

Eetu Juntunen

HUONEISTOKOHTAISEN KÄYTTÖVEDEN MITTAUKSEN ON- GELMAT

HUONEISTOKOHTAISEN KÄYTTÖVEDEN MITTAUKSEN ON- GELMAT

Eetu Juntunen
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Talotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikka, LVI-tekniikka

Tekijä: Eetu Juntunen

Opinnäytetyön nimi: Huoneistokohtaisen käyttöveden mittauksen ongelmat

Työn ohjaaja: Mikko Niskala

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2014 Sivumäärä: 47 + 4 liitettä

Työn toimeksiantaja on Oulun ammattikorkeakoulu. Työn tarkoituksena on selvittää huoneistojen lämpimän käyttöveden kulutusta sekä pohtia mahdollisia syitä lämpimän käyttöveden poikkeuksellisen suureen prosentuaaliseen osuuteen. Työssä perehdyttiin veden mittaukseen koskeviin määritelmiin, lainsäädäntöihin sekä vedenkulutukseen ja vesimittareihin.

Kohteina oli Oulussa sijaitsevia kerrostaloja, joissa oli yhteensä 456 huoneistoa. Näiden huoneistokohtaiset käyttöveden kulutukset syötettiin työtä varten työstettyyn Excel-taulukkoon, josta havaittiin kylmän ja lämpimän käyttöveden suhteelliset jakaumat. Näistä yli 55 %:n lämpimän käyttöveden osuudet otettiin työssä tarkempaan jatkotutkintaan, jos kokonaiskulutus oli yli 10 m³ tarkastelun ajanjaksolla. Koko otoksesta 4,8 % täytti jatkotutkimuksen kriteerit. Jatkotutkimuksen pidemmän aikavälin tarkastelussa kohteet vähentyivät puoleen.

Kohteissa vierailun aikana ei havaittu vesimittarin asennustavalla olevan vaikutusta lämpimän käyttöveden kulutukseen. Vesimittarin luettavuudessa oli puutteita ja joissakin kohteissa vesimittarin toiselta puolelta puuttuva sulkuventtiili vaikeuttaa huolto- ja vaihtotoimenpiteitä. Työssä havaittiin myös etäluennassa oleva mittausvirhe. Tämän tutkimuksen perusteella ei pystytty tekemään selkeitä johtopäätöksiä, jotka selittäisivät näitä poikkeuksellisia kulutuksia. Muita tekijöitä tarkasteltiin kriittisesti ja niistä erityisesti kulutustottumuksia olisi tarpeellista tutkia laajemmin.

Asiasanat: Käyttövesi, mittaus, vesimittari, kulutus

ALKULAUSE

Haluan kiittää ohjaajaani Mikko Niskalaa, jonka ansiosta aloin tutkia tätä aihetta. Tarvittaessa sain häneltä myös hyviä ammattilaisen vinkkejä. Isännöintipalvelu E. Suomela Oy:lle ja Tuiran Isännöitsijätoimistolle iso kiitos käyttämästä ajasta. He myös mahdollistivat työn toteuttamisen ja tarvittavan materiaalin koamisen.

Oulussa 22.1.2014

Eetu Juntunen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 LAINSÄÄDÄNTÖ	8
2.1 Mittauslaitedirektiivi	8
2.2 Eurooppalaiset standardit	11
2.2.1 EN14154-1:2005+A2:2011	11
2.2.2 EN14154-2:2005+A2:2011	12
2.3 Metrologiset vaatimukset	12
2.3.1 Määritelmiä	12
2.3.2 Säädösperusta	13
2.3.3 Säädösten soveltaminen ja hyväksymismerkinnät	13
2.4 Suomen rakentamismääräyskokoelma	14
2.5 Asunto-osakeyhtiölaki	17
3 VEDENKULUTUS	18
3.1 Kulutuksen vaihtelu	18
3.2 Kulutustottumukset	19
3.3 Vesikalusteet	20
3.4 Järjestelmän mitoitus	21
4 VESIMITTARIT	22
4.1 Toimintaperiaatteet	22
4.1.1 Mekaaniset siipipyörämittarit	22
4.1.2 Mekaaniset Woltmann-mittarit	23
4.1.3 Ultraäänellä toimivat mittarit	24
4.2 Painehäviö	25
4.3 Asennustapa ja sijoitus	25
4.4 Valmistajat ja hinnat	26
4.5 Etäluenta	27
4.5.1 Mekaaniset pulssimittarit	27
4.5.2 Ultraäänimittarit	28

4.5.3 Verto-järjestelmä	29
4.6 Merkinnät	29
5 TUTKIMUSKOHTEET	31
5.1 Kulutustilastojen analysointi	31
5.2 Talo A	34
5.3 Talo B	34
5.4 Talo C	34
5.5 Talo D	34
5.6 Talo E	34
5.7 Talo F	35
5.8 Talo G	35
5.9 Talo H	35
6 TULOKSET	37
6.1 Talo A	37
6.2 Talo D	38
6.3 Talo E	39
6.4 Talo F	40
6.5 Talo G	41
6.6 Muita selittäviä tekijöitä	43
7 YHTEENVETO	44
LÄHTEET	45
Liite 1 Yksisuihkuisen vesimittarin asennusohje	
Liite 2 Vesimittarin painehäviön ohjearvoja	
Liite 3 Yksisuihkuisen vesimittarin tekniset tiedot	
Liite 4 Huoneistokohtainen vesimittari SVI impulssilla	

1 JOHDANTO

Useaan otteeseen kuulee asukkaiden ihmettelevän lämpimän käyttöveden suurta kulutusta. Joskus asiaan löytyy selittävä tekijä, mutta huomattavan usein asia jää ratkaisematta. Asiaa on siis syytä tutkia tarkemmin.

Työn tavoitteena onM tutkia huoneistokohtaisen mittauksen poikkeuksellisen suuria lämpimän käyttöveden kulutuksia sekä pohtia mahdollisia syitä ja tekijöitä. Työssä käydään läpi lainsäädäntöä, vedenkulutusta yleisellä tasolla ja vedenmittaukseen liittyviä laitteita. Työssä pohditaan saatuja tuloksia sekä niiden järkevyyttä ja luotettavuutta. Työssä arvioidaan tuloksien ja havaintojen vaikutuksia käyttöveden kulutuksiin.

Työn toimeksiantaja on Oulun ammattikorkeakoulu ja kohteiden käyttöveden kulutukseen liittyvät materiaalit on saatu Isännöintipalvelu E. Suomela Oy:ltä, Tuiran Isännöitsijätoimistolta ja Mikko Niskalalta. Saadut materiaalit syötetään työtä varten tehtyyn Excel-taulukkaan, josta saadaan käyttöveden kulutussuhteet. Jatkotutkimusta varten asetetaan kriteerit, joilla rajataan tarkasteltavat kohteet. Jatkotutkimuksien perusteella kohteissa vieraillaan ja etsitään korkeita lämpimän käyttöveden kulutuksen selittäviä tekijöitä. Lopuksi pohditaan saatuja tuloksia ja muita mahdollisia tekijöitä, joita työssä ei tutkittu.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ

2.1 Mittauslaitedirektiivi

Mittauslaitedirektiivi 2004/22/EY eli MID (Measuring Instrument Directive) astui voimaan 30.4.2004, ja sitä alettiin soveltaa EU:n jäsenmaissa 30.10.2006. Tämän päivämäärän jälkeen on olemassa 10 vuoden siirtymäkausi, jolloin markkinoille voi tuoda mittauslaitteita, jotka täyttävät ennen MID:ä voimassa olleet määräykset. Mittauslaitteilta edellytetään myös, että laitteiden tyyppihyväksyntä on voimassa vähintään siirtymäkauden loppuun saakka. Direktiiviä on muutettu kolme kertaa, vuosina 2006, 2008 ja 2009. Vesimittareihin liittyvä lisäys tehtiin vuonna 2009, jolloin lisättiin seuraava virke. ”Mittari ei saa käyttää hyväksi suurinta sallittua virhettä eikä systemaattisesti suosia mitään osapuolta.” (1.)

MID koskee mittauslaitteita, joille asetetaan lakisääteisiä vaatimuksia. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi polttoainemittarit, taksimittarit, vesi-, kaas- ja sähköenergiamittarit sekä automaattiset vaa’at, joita käytetään teollisuuden tuotteita pakattaessa. (1.)

Valmistajan on määritettävä laitteen nimelliset käyttöedellytykset, joita ovat muun muassa veden tilavuusvirta-alue, lämpötila-alue, suhteellinen paine-alue sekä virtalähde. Tilavuusvirta-alueen arvojen on täytettävä alla olevat vaatimukset. (1, s. 52.)

$$Q_3 / Q_1 \geq 10$$

$$Q_2 / Q_1 \geq 1,6$$

$$Q_4 / Q_3 \geq 1,25$$

Q_1 =Pienin tilavuusvirta, jolla vesimittarin näyttämät ovat suurinta sallittua virhettä koskevien vaatimusten mukaisia. (1, s. 52).

Q_2 =Väliarajan tilavuusvirta on jatkuvan tilavuusvirran ja pienimmän tilavuusvirran välillä olevan tilavuusvirran arvo, jossa tilavuusvirta-alue jakautuu kahdeksi alu-

eeksi eli ”yläalueeksi” ja ”ala-alueeksi”. Kummallakin alueella on oma suurin sallittu virheensä. (1, s. 52).

Q_3 =Jatkuva tilavuusvirta, jolla vesimittari toimii tyydyttävästi tavanomaisten käyttöedellytysten vallitessa, eli tasaisissa tai katkonaisissa virtausolosuhteissa (1, s. 52).

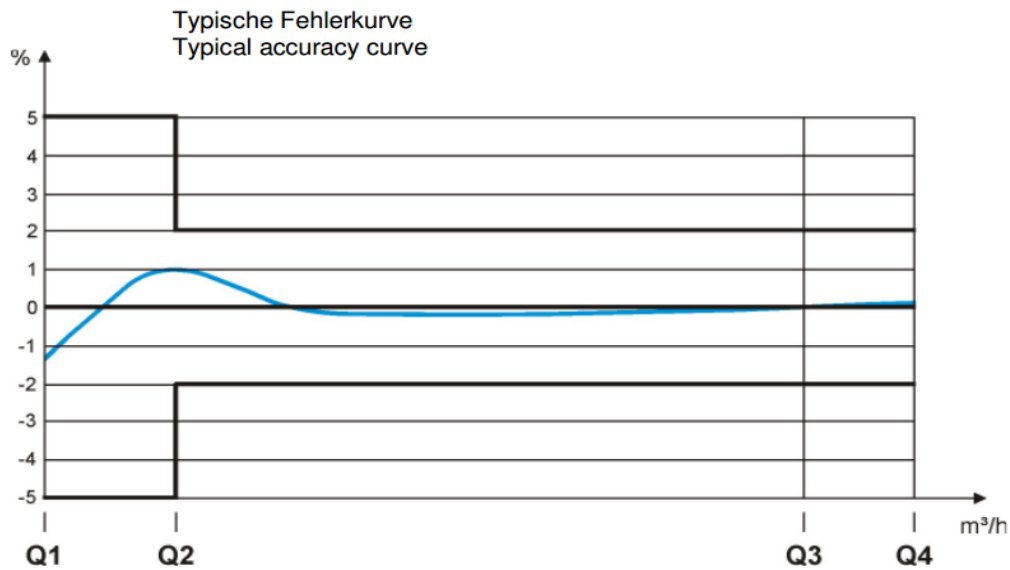
Q_4 =Ylikuormitustilavuusvirta on suurin tilavuusvirta, jolla mittari toimii tyydyttävästi lyhyen ajan toiminnan heikentymättä (1, s. 52).

Lämpötila-alueen arvojen on täytettävä seuraavat vaatimukset: 0,1 °C:n lämpötilasta vähintään 30 °C:n lämpötilaan tai 30 °C:n lämpötilasta vähintään 90 °C:n lämpötilaan. Mittarin voi suunnitella toimivaksi myös molemmilla alueilla. Veden suhteellisen paine-alueen tulee olla 0,3 baarista vähintään 10 baariin tilavuusvirralla Q_3 . Virtalähteestä tulee mainita vaihtosähköjännitteen nimellisarvo ja/tai tasasähköjännitteen vaihtelurajat. (1, s. 52.)

Q_2 :n (mukaan luettuna) ja Q_4 :n välisillä tilavuusvirta-arvoilla toimitettujen tilavuuksien suurin sallittu positiivinen tai negatiivinen virhe on 2 %, kun veden lämpötila ≤ 30 °C, ja 3 %, kun veden lämpötila on ≥ 30 °C (1, s. 52). Q_1 :n ja

Q_2 :n (poisluettuna) välisillä tilavuusvirta-arvoilla toimitettujen tilavuuksien suurin sallittu positiivinen tai negatiivinen virhe on 5 %, kun lämpötila on mikä tahansa. Mittari ei saa käyttää hyväksi suurinta sallittua virhettä, eikä systemaattisesti suosia mitään osapuolta. (1, s. 53.)

Kuvassa 1 on esitetty mekaanisen vesimittarin tarkkuutta prosentteina virtaaman funktiona. Q_1 :n ja Q_2 :n välillä virhe on suurimmillaan liikkeellelähtötilanteessa, jolloin se on noin 1,3 %. Tarkkuuskäyrän ollessa jatkuvan tilavuusvirran kohdalla on virheen prosentuaalinen arvo nolla. Lähestyttäessä ylikuormitustilavuusvirtaa prosentuaalinen virhe kasvaa.



KUVA 1. Tyypillinen mekaanisen mittarin virhekäyrä, kun veden lämpötila on $\leq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2)

Kuvassa 2 on esitetty tarkkuusvaatimukset Multical21- ultraäänivesimittarille. Vaatimukset on esitetty sekä kylmän että lämpimän veden vesimittarille.

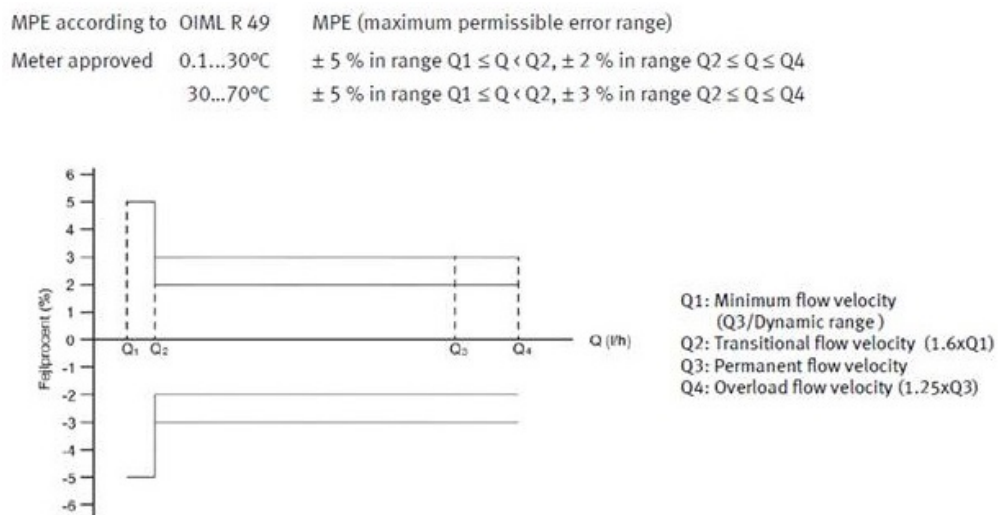


Diagram 1
OIML R 49 requirements to cold water meters

KUVA 2. Multical21- ultraäänivesimittarin tarkkuusvaatimukset (3)

2.2 Eurooppalaiset standardit

Eurooppalaiset standardit EN14154-1:2005+A2:2011 "Water meters. Part 1: General requirements", EN14154-2:2005+A2:2011 "Water meters. Part 2: Installation and conditions of use" ja EN14154-3:2005+A2:2011 "Water meters. Part 3: Test methods and equipment" on vahvistettu suomalaisiksi kansallisiksi standardeiksi helmikuun viides päivä vuonna 2011. Ensimmäinen osa kertoo vesimittareiden yleisistä vaatimuksista, toinen osa vesimittareiden asennuksesta ja käyttöolosuhteista ja kolmannen osan aihe on testausmenetelmät ja laitteisto. Näistä standardeista on olemassa viralliset versiot englannin, ranskan ja saksan kielellä. Lähempään tarkasteluun otetaan osat 1 ja 2, joista on tehty käännöksiä tämän työn kannalta tärkeimmistä asioista. Käännökset eivät ole virallisia standardien käännöksiä.

2.2.1 EN14154-1:2005+A2:2011

Vesimittarin näyttölaitteen on toimitettava helposti luettava, luotettava ja yksiselitteinen visuaalinen osoitus näytettävästä tilavuudesta (17, s. 24). Mustaa väriä käytetään osoittamaan kuutiometri ja sen kerrannaiset. Punainen väri osoittaa kerrannaisten osat. (4, s. 25.)

Valmistajan on täsmennettävä, onko mittari tarkoitettu mittaamaan vastakkaisuuntaista virtausta. Jos se on, virtaus joko vähennetään ilmoitetusta määrästä tai tallennetaan erikseen. (4, s. 30.)

Vesimittarissa on oltava selvästi ja pysyvästi merkittynä tiedot, joko ryhmiteltynä tai jaoteltuna koteloon, mittaritauluun, tunnistekilpeen tai mittarin kanteen, jos se ei ole irrotettava. Merkittynä on oltava muun muassa

- tilavuuden mittayksikkö, m³
- Q₃- lukuarvo
- lukuarvojen Q₃ ja Q₁ suhde, jota edeltää R-kirjain
- lukuarvojen Q₃ ja Q₁ suhde silloin, kun se poikkeaa luvusta 1,6

- suurin sallittu paine, jos se poikkeaa 1 MPa:sta
- virtauksen suunta
- kirjain V, jos mittari voi toimia vain pystysuorassa
- kirjain H, jos mittari voi toimia vain vaakasuorassa asennossa
- lämpötilaluokka, jos se poikkeaa T30:stä
- painehäviöluokka, jos se poikkeaa ΔP 63:sta. (4, s. 34.)

2.2.2 EN14154-2:2005+A2:2011

Vesimittarin jäätyminen estämiseksi tehdään erityisjärjestelyjä, jotka eivät estä pääsyä vesimittarille. Käytettyjen eristeiden tulee olla lahoamattomia. Vesimittari on asennettava noudattaen, soveltuvin osin, sekä kansallisia määräyksiä että valmistajan ohjeita. Mittaritaulun lukeminen on oltava mahdollista enintään yhden metrin etäisyydeltä ja katselukulma saa poiketa enintään 30 ° mittariin kohtisuorasta akselistä. Mittaritaulun lukeminen ei saa vaatia peilin käyttöä. (5, s.10–13.)

2.3 Metrologiset vaatimukset

Vesimittareiden metrologiset vaatimukset on tarkoitettu vakausrain mukaiseen käyttöön tarkoitettuja vesimittareita valmistaville, myyville ja toimittaville yrityksille, mittauslaitteiden omistajille ja haltijoille, asennus- ja huoltoliiketoimintaa harjoittavien tarkastuslaitosten vakaajille sekä valvoville viranomaisille. Ohje on annettu vakausrain (219/1965) 19. §:n nojalla. (6, s. 1.)

2.3.1 Määritelmiä

Tyyppihyväksynnän edellyttämässä tyyppitarkastuksessa varmistetaan, että ominaisuudet ja rakenne ovat säädösten mukaiset. Vaatimustenmukaisuusvakuutus on valmistajan antama vakuutus siitä, että vesimittari täyttää mittauslaitedirektiivissä asetetut vaatimukset. (6, s. 1.)

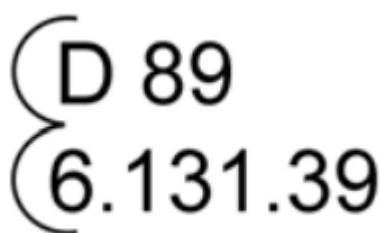
2.3.2 Säädosperusta

Kun vedestä perittävä hinta määräytyy mittausten perusteella, edellytetään vesimittarilta hyväksytyn tarkastuslaitoksen myöntämää tyyppihyväksyntää tai osoitusta siitä, että vesimittari täyttää mittauslaitedirektiivin (MID) vaatimukset. Vaatimus koskee myös asuntoyhtiöiden huoneistokohtaisia vesimittareita, jos laskutus tapahtuu suoraan niistä saatujen lukemien perusteella. (6, s. 1.)

2.3.3 Säädösten soveltaminen ja hyväksymismerkinnät

Käyttöön otettavilla vesimittareilla täytyy olla joko voimassaoleva EY-tyyppihyväksyntä tai niiden on täytettävä mittauslaitedirektiivin (MID) vaatimukset. Käyttöön otettavilta vesimittareilta on edellytetty tyyppihyväksyntä 1.7.1994 alkaen, kun on kyse DN50 tai sitä pienemmistä vesimittareista ja 6.5.2004 alkaen kokoa DN50 suuremmilta vesimittareilta. (6, s. 2.)

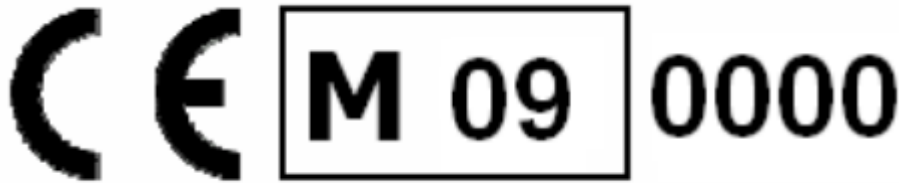
Tyyppihyväksytyn vesimittarin tunnistaa EY-tyyppihyväksyntätunnuksesta (kuva 3.) Hyväksyntätunnus on tyylitelty epsilon-kirjain, jossa näkyy hyväksynnän myöntäneen maan tunnus ja hyväksymisvuoden viimeiset kaksi numeroa, D 89, sekä hyväksynnän tunnus, 6.131.39. Uusia EY-tyyppihyväksyntöjä ei ole myönnetty mittauslaitedirektiivin soveltamisen alettua 30.10.2006. Myönnetty EY-tyyppihyväksynnät voivat olla voimassa enintään 30.10.2016 saakka. (6, s. 2.)



KUVA 3. Esimerkki EY-tyyppihyväksyntätunnuksesta (6, s. 2)

MID:n mukaisten vesimittareiden valmistaja antaa vesimittareille vaatimustenmukaisuusvakuutuksen, jossa valmistaja vakuuttaa vesimittarin täyttävän MID:ssä asetetut vaatimukset. Tämän merkiksi vesimittarissa on CE-merkintä ja täydentävät merkinnät (kuva 4). M-kirjain ja vuosiluku kertovat laitteen valmis-

tusajankohdan. Oikeanpuoleinen, nelinumeroinen luku on vaatimustenmukaisuuden arvioinnissa mukana olleen ilmoitetun laitoksen tunnus. (6, s. 3.)



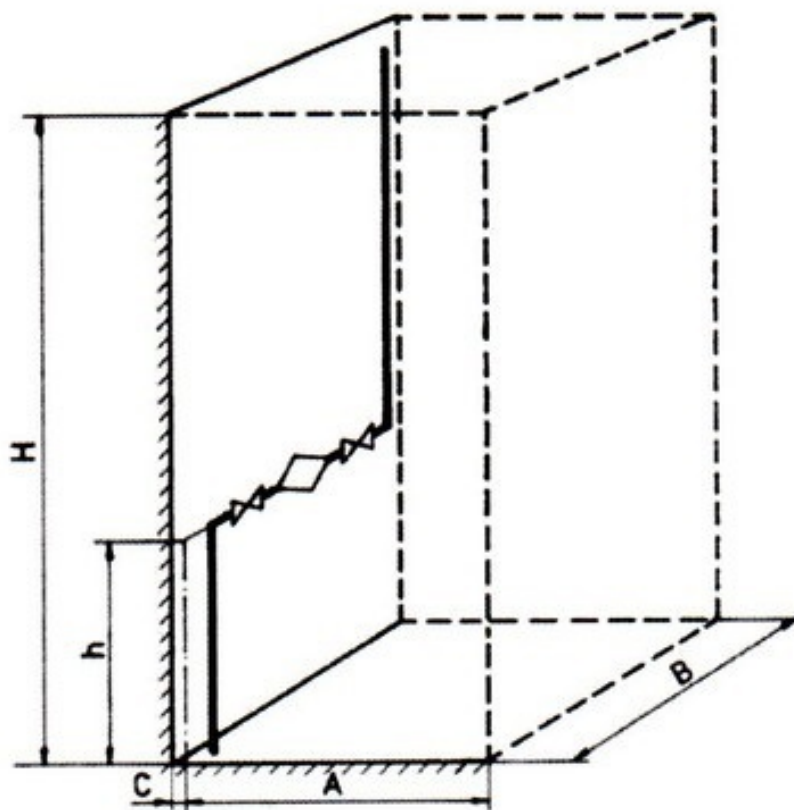
KUVA 4. MID:n mukainen CE-merkintä (6, s. 3)

2.4 Suomen rakentamismääräyskokoelma

Suomen rakentamismääräyskokoelma, jota ylläpitää Ympäristöministeriö, sisältää maankäyttö- ja rakennuslakiin liittyviä määräyksiä ja ohjeita. Määräykset ovat uudisrakentamisessa kaikkia rakennuksen osapuolia velvoittavia ja ohjeet ovat esimerkkejä määräykset täyttävistä ratkaisuksista. Korjausrakentamisessa määräykset ovat sitovia soveltuvin osin, riippuen työn laadusta, laajuudesta ja käyttötarkoituksesta. Viime kädessä asiasta päättää kunnan rakennusvalvontaviranomainen. (7.)

Osan D1 määräysten mukaan vesimittari on sijoitettava sellaiseen paikkaan, että se on helposti asennettavissa, luettavissa, huollettavissa ja vaihdettavissa. On myös huolehdittava, ettei jäätyminen, kuumuus tai muut vahingolliset vaikutukset pääse vaurioittamaan vesimittaria. Osan D1 ohjeen mukaan päävesimittarin varusteineen asentaa vesihuoltolaitos, jollei toisin sovita. Asennus tulisi tehdä, mikäli mahdollista, välittömästi perusmuurin sisäpuolella olevaan lattia-kaivolliseen tilaan, jossa tonttivesijohto nousee rakennuksen sisään. Kiinteistön päävesimittari on varustettava yksisuuntaventtiilillä. (8.)

Vesimittarille tulee varata riittävän suuri asennustila (kuva 5). Materiaalina tulee käyttää elintarvikekäyttöön soveltuvia ja korroosion kestäviä materiaaleja. Vesimittarin molemmin puolin tulee asentaa sulkuventtiilit, jotka asentaa vesihuoltolaitos, jollei toisin sovita. (9, s.14.)



Tilan suuruuden määrittämiseksi voidaan käyttää seuraavia ohjearvoja:

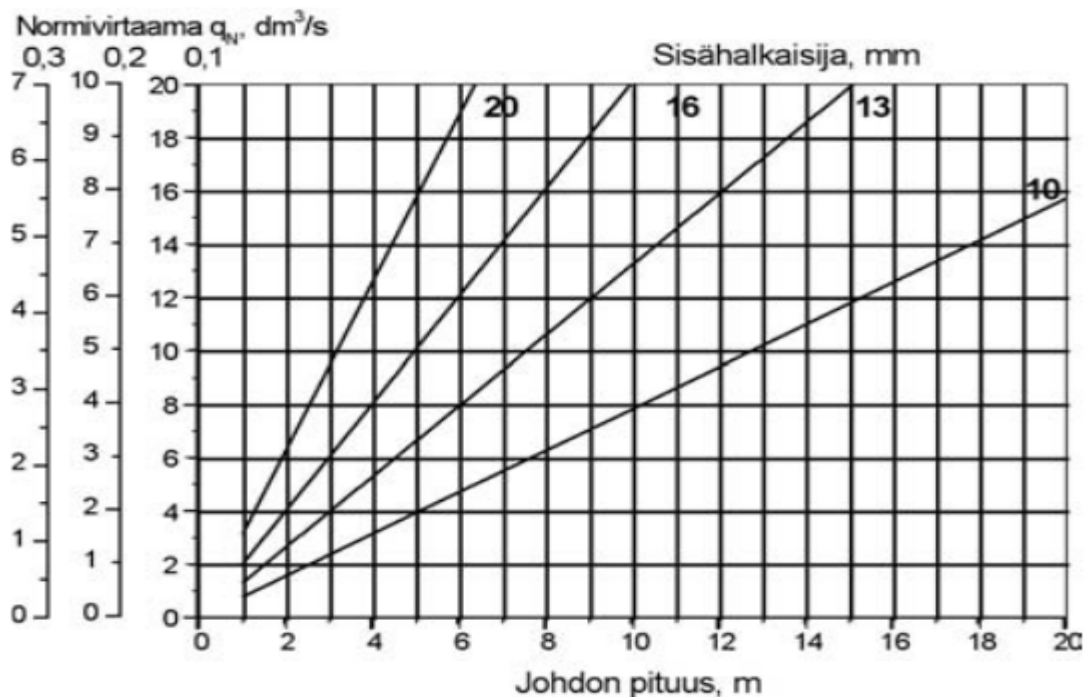
Normivirtaamien summa Q dm ³ /s		A mm	B mm	C mm	H mm	h mm
Q ≤ 4		> 600	> 800	≥ 80	> 1600	150 – 1000
4 < Q ≤ 20		> 600	> 800	≥ 90	> 1600	150 – 1000
20 < Q ≤ 60		> 600	> 800	≥ 130	> 1600	150 – 1000
60 < Q		> 900	> 2500	≥ 350	> 2000	300 – 800

KUVA 5. Kiinteistön vesimittarin tilantarve (9, s. 12)

D1:n kohta 2.3.5 määrää, että vesilaitteisto on tehtävä sellaiseksi, että haitallinen vedenvirtaus lämminvesijohdosta kylmävesijohtoon tai päinvastoin estyy. Ohjeessa 2.3.5.1 kerrotaan, että haitallista ristiin virtausta ei yleensä tapahdu sekoitintyyppisessä vesikalusteessa. Asentamalla yksisuuntaventtiilit vesikalusteen kytkentäjohtoihin, estetään haitallinen ristiin virtaus. (9, s. 8.)

Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistoista 24.1.2007 annetun ympäristöministeriön asetuksen kohta 2.4.2 muutettiin 9.11.2010. Tämän mukaan kiinteistöön asennetaan päävesimittarin lisäksi huoneistokohtaiset vesimittarit huoneistoon tulevan kylmän ja lämpimän käyttöveden mittaamiseen siten, että mittareiden osoittamaa vedenkulutusta on mahdollisuus käyttää laskutuksen perusteena, jos huoneistoja on useampi kuin yksi. Kiinteistön päävesimittari tulee varustaa yksisuuntaventtiilillä. (8.)

Lämminvesikalusteista on saatava sopivan lämpöistä vettä ilman haitallista odotusaikaa. Tämän välttämiseksi on lämminvesikalusteen johdon pituuden oltava sellainen, että se mahdollistaa vesikalusteen normivirtaamalla johdon tilavuutta vastaavan vesimäärän oton noin 10 sekunnin kuluessa. Huoneistokohtaiset vedenlämmittimet sisältävissä rakennuksissa odotusaika voi olla enintään 30 sekuntia. Tämä koskee myös rakennuksen yksittäisiä, etäällä sijaitsevia ja harvoin käytettyjä vesikalusteita. (9, s. 9.) Odotusajan voi määrittää kuvan 6 mukaisesti.



KUVA 6. Odotusajan määrittäminen (9. s. 10)

2.5 Asunto-osakeyhtiölaki

Asunto-osakeyhtiölain (1599/2009) 3. luvun 4. §:ssä säädetään vedenkulutuksen maksuperusteen määrittämisestä asunto-osakeyhtiössä. (10.)

4 §

Yhtiövastikkeen maksuperuste

Vastikkeen maksuperusteesta on määrättävä yhtiöjärjestyksessä. Perusteena voi olla esimerkiksi huoneiston pinta-ala, osakkeiden lukumäärä taikka veden, sähkön, lämmön tai muun hyödykkeen todellinen tai luotettavasti arvioitavissa oleva kulutus.

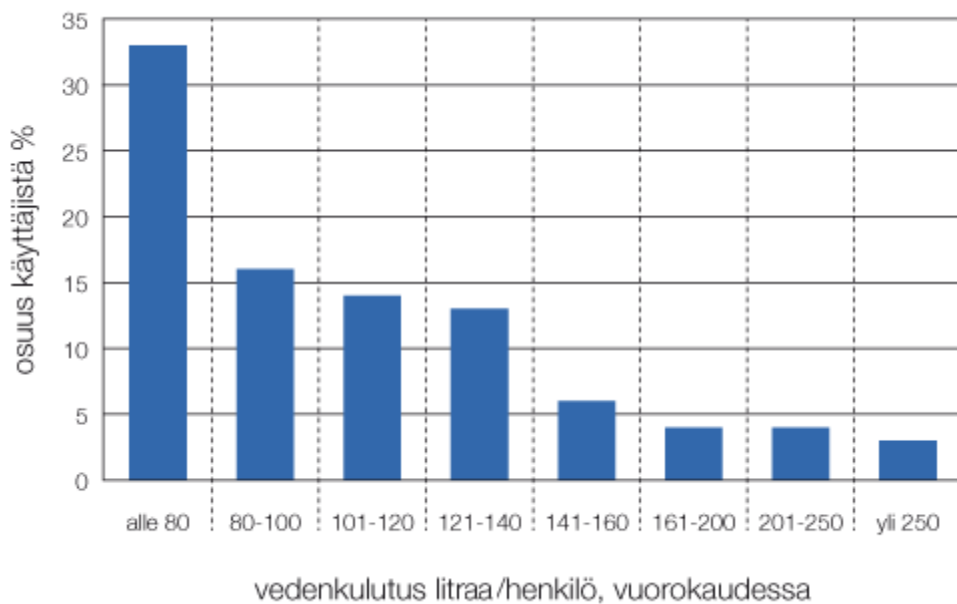
Osakkeenomistajan on ilmoitettava yhtiölle huoneistossa asuvien tai sitä muuten käyttävien henkilöiden lukumäärä, jos henkilömäärä on vastikkeen maksuperusteena. (10.)

3 VEDENKULUTUS

Vedenkulutukseen vaikuttavat useat asiat, joita tarkastelemalla selviää, minkä asioiden summasta kokonaisuudessa on kyse. Suomalaiset käyttävät litramääräisesti todella vaihtelevasti käyttövettä. Tähän vaikuttavat muun muassa asukkaiden kulutustottumukset, käytettävät vesikalusteet ja käyttövesijärjestelmän mitoitus.

3.1 Kulutuksen vaihtelu

Tyypillinen suomalainen kuluttaa vuorokaudessa noin 90–270 litraa vettä (kuva 7). Vedenkulutuksen tavoitetaso on 130 litraa vuorokaudessa asukasta kohden. Suurin osa ihmisistä kuluttaa alle 100–120 l/vrk, vaikka keskimääräinen kulutus onkin 155 l/vrk. Keskimääräistä vedenkulutusta nostavat vähemmistöön kuuluvat veden suurkuluttajat. Kulutuksen vaihteluun vaikuttavia tekijöitä ovat myös käyttötottumukset, vesikalustevalinnat ja järjestelmän mitoitus. (11.)



KUVA 7. Asukaskohtainen vuorokautinen vedenkulutus (12)

Noin 5–10-celsiusasteista kylmää vettä kuluu keskimäärin 60 % kokonaiskulutuksesta ja noin 55 celsiusasteista lämmintä vettä 40 %. Lämpimän käyttöveden lämpötilan tulee olla yli 55 °C, jotta vältetään legionella-bakteerilta. Esimerkiksi lämpimässä suihkussa käyvä asukas voi kuluttaa lämmintä vettä 60 % ja kylmää vettä 40 % saavuttaakseen omasta mielestään mukavan veden lämpötilan (13).

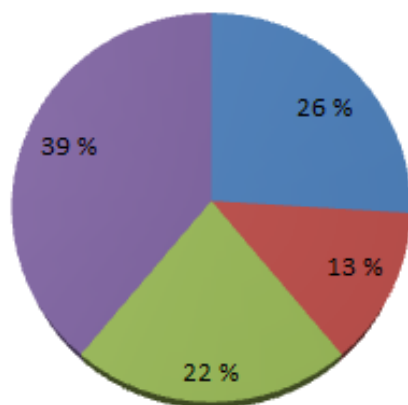
3.2 Kulutustottumukset

Suurin vaikutus vedenkulutukseen on asukkaiden kulutustottumuksilla, jotka on esitetty tarkemmin kuvassa 8. Veden kulutuksen voi jakaa neljään kategoriaan seuraavasti. Kiinteistössä keskimäärin eniten vettä (39 %) kuluu peseytymiseen. Pitkästä suihkusta nauttivat asukkaat kuuluvat aiemmin mainittuihin veden suurkuluttajiin. WC:ssä ja keittiössä vettä kuluu lähes yhtä paljon. Pyykin pesemiseen vettä kulutetaan noin 13 %. (11.)

Suihkussa peseytyminen kuluttaa vettä noin viidenneksen verrattuna ammekylpyyn. Suihkuhana kannattaa sulkea saippuoinnin ajaksi. Yleensäkin hana tulisi aukaista vasta sitä tarvittaessa, oli sitten kyseessä käsien tai hampaiden peseminen tai parran ajaminen. Nykyaikaiset astianpesukoneet kuluttavat vettä noin 10–12 litraa pesukertaa kohden. Käsien tiskattaessa tulee pesu ja huuhtelu tehdä seisovassa vedessä eikä virtaavan veden alla.

Veden kulutuksen jakautuminen/asukas

■ WC ■ Pyykki ■ Keittiö ■ Peseytyminen



KUVA 8. Veden kulutuksen jakautuminen asukasta kohden

3.3 Vesikalusteet

Vesikalusteet vaikuttavat myös vedenkulutukseen. Vanhat kaksiotehanat kuluttavat enemmän vettä kuin nykyiset yksiotehanat, joiden virtaama voidaan rajoittaa esimerkiksi neljään litraan minuutissa, kun se vanhemmissa olisi jopa kolminkertainen. Kosketusvapaat hanat pysäyttävät virtaaman esimerkiksi käsienpesun yhteydessä, kun saippuaa hierotaan käsiin muualla kuin hanan välittömässä läheisyydessä. Näin ollen vedenkulutuskin pienentyy jokaisella käyttökerralla. Nykyiset WC-istuimet toimivat jopa alle neljän litran kertahuuhtelulla ja huuhtelumäärän voi valita tarpeen mukaan. Esimerkiksi Oraksen Uudessakaupungissa vuonna 2009 toteuttamassa hankkeessa huomattiin veden kulutuksen vähentyneen 16 % jokaista asuntoa kohden, kun hanat vaihdettiin vettä ja energiaa säästäviin malleihin. (14.)

Vesikalusteen jälkeen tapahtuva veden pisaroituminen laskee veden lämpötilaa. Mitä pienemmiksi pisaroiksi vesi menee, sitä nopeammin se jäähtyy ilmassa ja tuntuu sen takia myös kylmemmältä ihon kohdatessaan.

3.4 Järjestelmän mitoitus

LVI-suunnitelmia laadittaessa tulee huomioida vesilaitoksen lupaama paine, jonka avulla käyttövesiverkosto mitoitetaan myös vedenkäytön kannalta optimaaliseksi. Jos päävesimittarin jälkeen käytettävissä oleva paine on yli 500 kPa, tulee Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan käyttää paineenalennusventtiiliä, jolla paine lasketaan mitoituksen edellyttämälle tasolle. (9, s. 34.) LVI-suunnittelija mitoittaa vesikalusteiden virtaamat painehäviölaskeelmien perusteella. Paineolosuhteista riippuen vesikalusteen virtaaman tulee olla vähintään 70 %, mutta enintään 150 % kalusteen normivirtaamasta, joka esimerkiksi suihkulle on $0,2 \text{ dm}^3/\text{s}$. Mitoituksessa on ensisijaisesti pyrittävä saamaan virtaama normivirtaaman mukaiseksi. (9, s. 34.) Vaikka 500 kPa:n raja ei ylittyisi päävesimittarin jälkeen ja normivirtaamat ovat selkeästi yli 100 %, on paineenalennusventtiilin käyttö perusteltavaa vedenkulutuksen säästöjen takia.

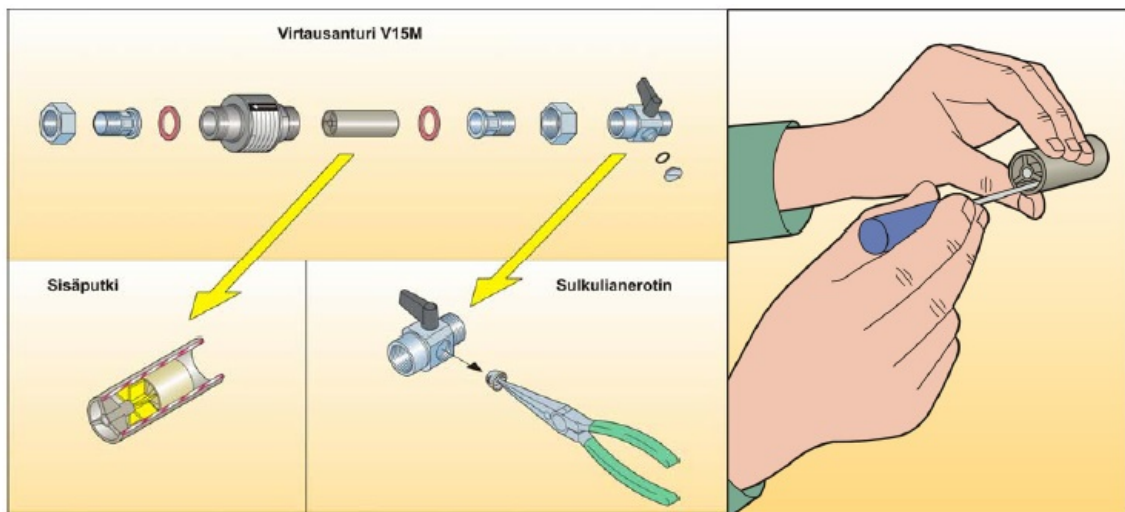
4 VESIMITTARIT

4.1 Toimintaperiaatteet

Vesimittareita on olemassa muun muassa mekaanisia siipipyörämittareita ja ultraäänellä toimivia mittareita. Edellä mainitut mittarit ovat toimintaperiaatteiltaan erilaisia ja tarkoitettu erisuuruisille virtaamille. Lisäksi on olemassa rengasmäntämittareita ja ruuvimittareita. Ultraäänimittarit ovat näistä mittareista toimintaperiaatteeltaan uusimpia.

4.1.1 Mekaaniset siipipyörämittarit

Mekaaniset mittarit voidaan jakaa yksi- ja monisuihkuisiin mittareihin sekä turbiinityyppisiin mittareihin. Yksi- ja monisuihkuisissa mittareissa vesisuihku tai -suihkut ohjataan suorasiipiseen siipipyörään tangentiaalisesti. Turbiinityypissä mittarissa siipipyörän akseli on virtauksen suuntaisesti, siipipyörän siivet ovat suorat ja pyörimisliike saadaan aikaan johtosiivillä (kuva 9). Mittari näyttää läpi virranneen vesimäärän litroina tai sen kerrannaisina.



KUVA 9. Virtausanturin V15M osia (15, s. 15)

Osoittimena on joko mekaaninen rumpulaskuri tai vesimäärä ilmaistaan useiden mittaritaulussa olevien osoittimien avulla. Laskuri voi olla kokonaan kuivassa

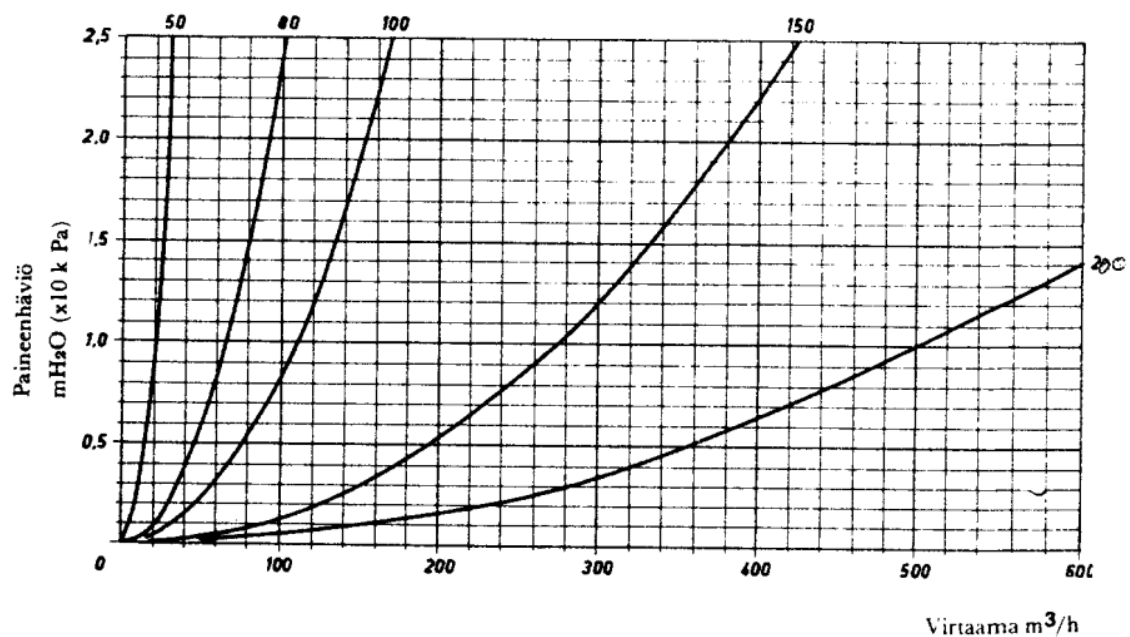
tilassa tai täyttyä kokonaisuudessaan vedellä, jolloin sitä kutsutaan märkälaskuriksi. Vedenkulutuksen vaihtelun ollessa voimakasta käytetään yhdistelmämittaria (kuva 10), jossa veden virtaus ohjautuu vaihtoventtiilin avulla joko pienemmän tai suurempaan mittariin. Yhdistelmämittareita käytetään esimerkiksi teollisuuslaitoksissa ja sairaaloissa. (16, s. 7.)



KUVA 10. B-Meters:n WCM-yhdistelmämittari (17)

4.1.2 Mekaaniset Woltmann-mittarit

Woltmann-mittari on valmistettu suuria virtaamia varten. Mittaavana elimenä on potkuri, joka pyörii sitä nopeammin, mitä suuremmalla nopeudella vesi virtaa mittarin kautta. Veden virtaussuunnan kanssa yhdensuuntainen potkurin akseli on molemmista päistä laakeroitu säteittäisiin tukiin. Kierukkavaihteen välityksellä liike siirretään potkurin akselilta osoitustauluun. Erityisen hyvin mittari soveltuu tasaisille suurille virtaamille, jolloin painehäviö on kuormituksen aikana pienin (kuva 11). (18, s. 38.)

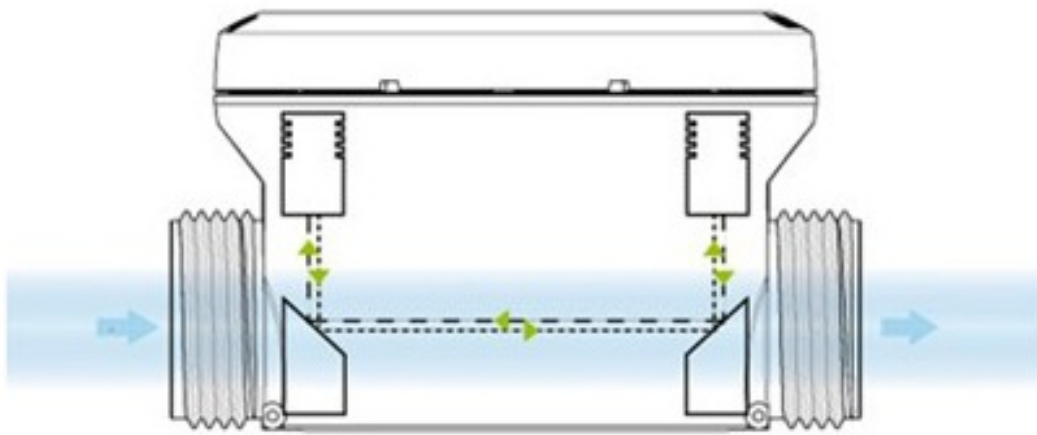


KUVA 11. Woltmann-mittarin painehäviökäyrä (18, s. 39)

4.1.3 Ultraäänellä toimivat mittarit

Ultraäänimittareiden toimintaperiaate perustuu mittarin sisällä oleviin kahteen peilaavaan pintaan, joiden kautta ultraääni lähetetään molempiin suuntiin. Kun vettä ei virtaa ollenkaan, saadaan molempien ultraäänien ajaksi sama lukema. Kun virtausta esiintyy, syntyy aikaeroa ultraäänien välillä. Vastavirtaan kulkevan ultraäänien kulkuaika on pidempi kuin myötävirtaan kulkevan, ja näiden erotuksesta saadaan laskettua virtaama. (Kuva 12.) Ultraäänimittauksella saavutetaan pienet mittausrvirheet, koska esimerkiksi paineen vaihtelu tai vesijohdossa olevat partikkelit eivät vaikuta mittaustulokseen. (19.)

Kamstrupin Multical 21-ultraäänimittarin hyvinä puolina ovat muun muassa info-koodit, josta voidaan havaita vuoto, putkirikko, paluuvirtaus, kuiva-anturi ja murtohälytys. Mittari on mahdollista kytkeä langattomasti etäluentaan. (20.)



KUVA 12. Kamstrupin Multical 21-ultraäänivesimittarin toimintaperiaate (19)

4.2 Painehäviö

Vesimittarin painehäviö voidaan määrittää vesimittarin koon ja mitoitusvirtaaman perusteella. Liitteessä 2 näkyy vesimittarin painehäviön ohjearvoja. (18, s. 42.) Esimerkiksi mitoitusvirtaamalla $0,25 \text{ dm}^3/\text{s}$ aiheutuu 3m^3 :n vesimittarista 9 kPa :n painehäviö.

4.3 Asennustapa ja sijoitus

Helppo asennettavuus, luettavuus, huolettavuus ja vaihdettavuus ovat vesimittarille sopivan paikan ominaispiirteitä. Vesimittari on myös suojattava jäätymiseltä, kuumuudelta ja muilta vahingollisilta vaikutuksilta. Jollei toisin sovita, kiinteistön vesimittarin varusteineen ja tonttivesijohdon mitoittaa ja asentaa vesi-huoltolaitos. Mikäli mahdollista, kiinteistön vesimittari asennetaan välittömästi perusmuurin sisäpuolella olevaan lattiakaivolliseen huonetilaan, jossa tonttivesijohto tulee rakennuksen sisään. (9, s. 11.)

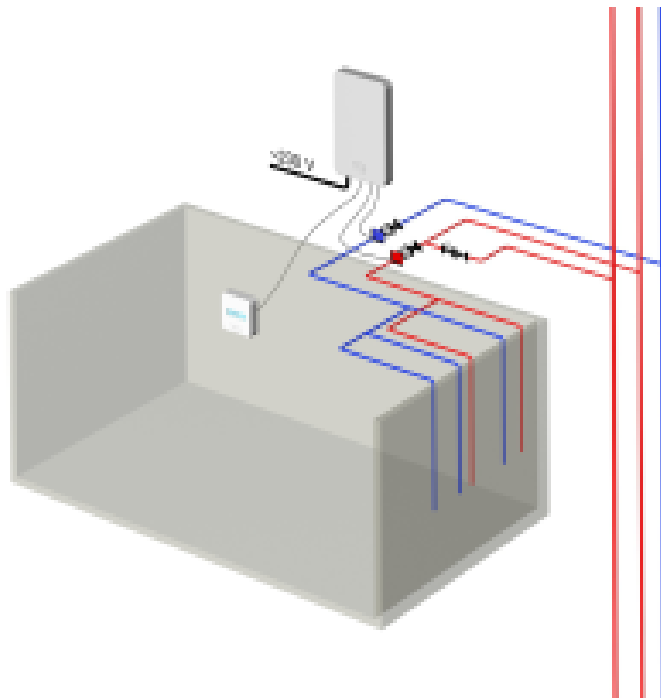
Vesimittarin sijoituksessa tulee myös huomioida, että etäisyys liitoskohdasta vesimittarille jää kohtuulliseksi ja vesilaitoksen henkilöillä on tilaan esteetön pääsy. Sopiva sijoituskohta on esimerkiksi tekninen tila tai muu lattiaviemäröity tila. Tilassa on oltava valaistus ja riittävä tuuletus eikä vesimittaria saa koteloida tai eristää. (21.)

Huoneistokohtaista vesimittaria asennettaessa tulee huomioida, että mittari olisi käytävässä tai yleisissä tiloissa, minkä vuoksi asunnoissa ei tarvitse käydä lukematietojen takia. Mittarin asennon oltava laitteen valmistajan ohjeiden mukainen ja mittarin lukema on oltava nähtävissä ilman peiliä.

4.4 Valmistajat ja hinnat

Vesimittareiden valmistajia ovat muun muassa Kamstrup A/S, Vexve Oy, B-Meters S.r.l. ja Armatec Finland Oy Ab. Kamstrupin 1,6 m³/h Multical 21 huoneistokohtainen ultraäänivesimittari maksaa 135 €/kpl ja 10 m³/h flowIQ™ 3100-päävesimittari maksaa 249 €/kpl (22). Armatecin metallirunkoinen mekaaninen lämminvesimittari 1,5 m³/h maksaa 18,4 €/kpl (23). Kaikki hinnat ovat arvonlisäverottomia. Yhden ultraäänimittarin hinnalla saa seitsemän mekaanista mittaria, mikä voi olla yksi syy ultraäänimittareiden vähäiseen määrään.

Aiemmin Vexve Oy on valmistanut vedenmittausjärjestelmiä Vesiverto-nimellä, mutta nykyään käytössä oleva nimi on Verto. Esimerkiksi kuvassa 13 on järjestelmä, johon kuuluu kaksi turbiinityyppistä V-15M virtausanturia, kaksi sulkuventtiiliä, kaksi lianerotinta ja huoneistoyksikkö, joka maksaa arvonlisäverotona 385 € (13.)



KUVA 13. Vedenmittausjärjestelmä Verton vedenmittausmoduuli 2 (13)

4.5 Etäluenta

Laskutustietoja tarvittaessa voi ongelmaksi syntyä tiedon saaminen, jos manuaalisesti luettava vesimittari sijaitsee huoneistossa eikä asukas päästä muita ihmisiä asuntoonsa. Tällöin laskutustieto perustuu asukkaan kertomaan lukemaan. Langattomilla etäluentamahdollisuuksilla varustetut vesimittarit ovat tällä hetkellä uusinta teknologiaa ja näin ollen yleensä hinnaltaan kalliimpia verrattuna johdotettuihin. Lisäksi tarvittavista moduuleista, vastaanottimista ja järjestelmistä tulee lisäkustannuksia. Tämä saa investointeja tekevän henkilön usein miettimään etäluennan taloudellisuutta.

4.5.1 Mekaaniset pulssimittarit

Mekaaniset vesimittarit voidaan varustaa sähköistä määrälaskentaa varten myös impulssilaitteella. Liitteessä 4 on esitetty impulssimittarin teknisiä tietoja. Impulssit kehitetään magneettisen anturin ja mittarin pyörivän mekanismin avulla kuvan 14 mukaisesti. Pulssitaajuus on suoraan verrannollinen virtausnopeuteen. Yleisimmät impulssivälit ovat 1, 10 ja 100 litraa.



KUVA 14. Impulssilaitteella varustettu mekaaninen vesimittari (24)

Impulssilaitteelta tieto siirtyy esimerkiksi kuvan 15 näyttölaitteeseen impulssi-
johdon välityksellä. Näyttölaite voi sijaita helposti luettavassa paikassa, jotta
vaikeisiin paikkoihin, kuten kaivoihin, ei tarvitse mennä lukeakseen vesimittarin
kulutustiedot. (16, s.113.)



KUVA 15. Impulssilaitteella varustettu vesimittarin näyttölaite 1–4 mittarille (24)

4.5.2 Ultraäänimittarit

Jotta etäluentaa varten tarvittava tiedonsiirto onnistuisi ultraäänimittareita käy-
tettäessä, täytyy vesimittariin asentaa moduuli tai radioverkkoa käytettäessä

radiomoduuli. Moduulin kautta tieto siirtyy langallisesti tai langattomasti etäluentajärjestelmään. Tiedonsiirto tapahtuu yleensä Internetin tai radioverkon välityksellä. Etäluentaan liittyy myös asukkaille tarjottavat näyttölaitteet, joista asukkaat voivat seurata omaa kulutustaan reaaliajassa ja huomata kulutuserot käyttötottumusten muuttuessa. Näyttölaitteista voi saada myös hälytyksiä esimerkiksi vuodosta, putkirikosta, luvattomasta mittarin avauksesta ja virtaussuunnan muuttumisesta. Näiden avulla voidaan ennaltaehkäistä ja välttää mahdollisilta suuremmilta vesivahingoilta, kun asiasta saadaan tieto tarpeeksi ajoissa. Etäluentamahdollisuus on myös asiakkaan etu, koska tällöin asukasta ei tarvitse häiritä mittarin lukematietoa hankittaessa. Etäluennalla toteutetuissa kohteissa asukas maksaa vain kuluttamastaan vedestä, jos laskutusperuste on näin määritelty. (25.)

4.5.3 Verto-järjestelmä

Verto-järjestelmän turbiinityyppiset virtausanturit kytketään johdoilla huoneistoyksikköön, johon voidaan asentaa RJ-45- kaapelilla myös lisävarusteena saattava huoneistonäyttö. Tähän tapaan voidaan toteuttaa useita huoneistoja, jotka kytketään esimerkiksi kiinteistön sähköpääkeskukseen asennettavaan keruuyksikköön, johon on mahdollista liittää myös yhdestä kuuteen impulssimittaria. (15, s. 11–13.)

4.6 Merkinnät

Vesimittareissa tai vesimittareiden teknisissä tiedoissa esiintyy useita eri merkintöjä, jotka määrätään standardeissa. Esimerkiksi liitteessä 3 esiintyvät merkinnät R80H ja R25V. R-kirjaimella tarkoitetaan suhdetta (vert. engl. Ratio) ja luvut 80 ja 25 tulevat Q_3 ja Q_1 tilavuusvirtojen suhteesta. H-kirjain tarkoittaa vaakasuoraa (vert. engl. Horizontal) ja V-kirjain pystysuoraa (vert. engl. Vertical). Tästä voidaan tehdä johtopäätös, että vaakasuoraan asennetun vesimittarin toiminta-alue on laajempi kuin pystysuoraan asennetun. (13, s. 34.) Vesimittareissa esiintyy myös kirjain A, B tai C, jotka kertovat tarkkuusluokan. Näitä on havainnollistettu kuvassa 16.

$Q_n < 15 \text{ m}^3/\text{h}$, $Q_n = \text{nimellisvirtaama}$			
	A	B	C
Minimivirtaus Q_{\min}	$0,04 \times Q_n$	$0,02 \times Q_n$	$0,01 \times Q_n$
Välijavirtaus Q_t	$0,1 \times Q_n$	$0,08 \times Q_n$	$0,015 \times Q_n$
Maksimivirtaus Q_{\max}	$2 \times Q_n$	$2 \times Q_n$	$2 \times Q_n$
$Q_n > 15 \text{ m}^3/\text{h}$, $Q_n = \text{nimellisvirtaama}$			
	A	B	C
Minimivirtaus Q_{\min}	$0,08 \times Q_n$	$0,03 \times Q_n$	$0,006 \times Q_n$
Välijavirtaus Q_t	$0,3 \times Q_n$	$0,2 \times Q_n$	$0,015 \times Q_n$
Maksimivirtaus Q_{\max}	$2 \times Q_n$	$2 \times Q_n$	$2 \times Q_n$
Tarkkuuden on oltava $Q_t \dots Q_{\max}$ $\pm 2 \%$ $Q_{\min} \dots Q_t$ $\pm 5 \%$			

KUVA 16. Vesimittarin tarkkuusluokat (26.)

5 TUTKIMUSKOhteET

Tutkimuskohteista suurin osa on rakennettu vuosien 1958–1970 välisenä aikana, mutta vertailun vuoksi mukana oli kaksi vuonna 2010 valmistunutta kerrostaloa. Kohteiden huoneistokohtaiset vesimittarit on asennettu pääsääntöisesti linjasaneerauksien yhteydessä vuosien 2005–2010 välisenä aikana, mutta poikkeuksena on 2010 rakennetut kohteet, joihin vesimittarit on asennettu rakentamisvuonna. Työn kohteet on tarkoituksella kuvailtu suurpiirteisesti, eikä tarkkoja osoitetietoja ole julkaistu. Tutkimuskohteiden materiaali on saatu kohteiden isännöitsijöiltä.

5.1 Kulutustilastojen analysointi

Tilastojen analysointia aloitettaessa mukana oli 456 huoneistoa, joista oli mitattu käyttöveden kulutukset huoneistokohtaisista vesimittareista. 64 huoneiston kulutusten aikaväli oli viisi kuukautta. 360 huoneistosta tiedot oli mitattu kolmen kuukauden välein. Vuonna 2010 rakennetuista taloista oli saatavilla kymmenen kuukauden kulutukset. Kaikista huoneistoista oli mittarilukemat sekä kylmälle että lämpimälle vedelle.

Jokaisen huoneiston mittarilukemat syötettiin Excel-taulukoihin. Kylmän ja lämpimän veden kulutukset laskettiin yhteen ja molemmat kulutukset jaettiin kokonaiskulutuksella, jolloin saatiin kulutusten suhde. Kaikkien 456 huoneiston käyttöveden keskiarvoksi saatiin 61,1 % kylmää vettä ja 38,9 % lämmintä vettä. Nämä lukemat ovat hyvin lähellä yleisesti käytettyä kulutussuhdetta 60 % / 40 %. Lämpimän veden kulutukset vaihtelivat uusien 2010 valmistuneiden rakennuksien 35,7 %:sta vanhempien talojen 38,9 %:iin.

Lukematarkkuus vaihteli 1 m³:sta kuutiometrin tuhannesosaan eli 1 dm³:iin. Vesimittareiden, joiden lukemat luettiin 1 m³:n tarkkuudella, käyttöveden yhteenlaskettu kulutus tuli olla vähintään 10 m³, jotta lukematarkkuus ei ylittäisi 10 %:n virhettä. Oli hyvin mahdollista, että luentavaiheessa toisen vesimittarin lukema oli juuri pyörähtänyt, kun toisen vesimittarin lukema on juuri pyörähtämässä. Näin ollen todellinen kulutus olisi ollut noin 1 m³:n suurempi. Kun tämä luenta-

tapa toistuu toisella vesimittarilla päinvastaiseen suuntaan, prosentuaalinen lukemavirhe kasvaa. (Kuva 17.)

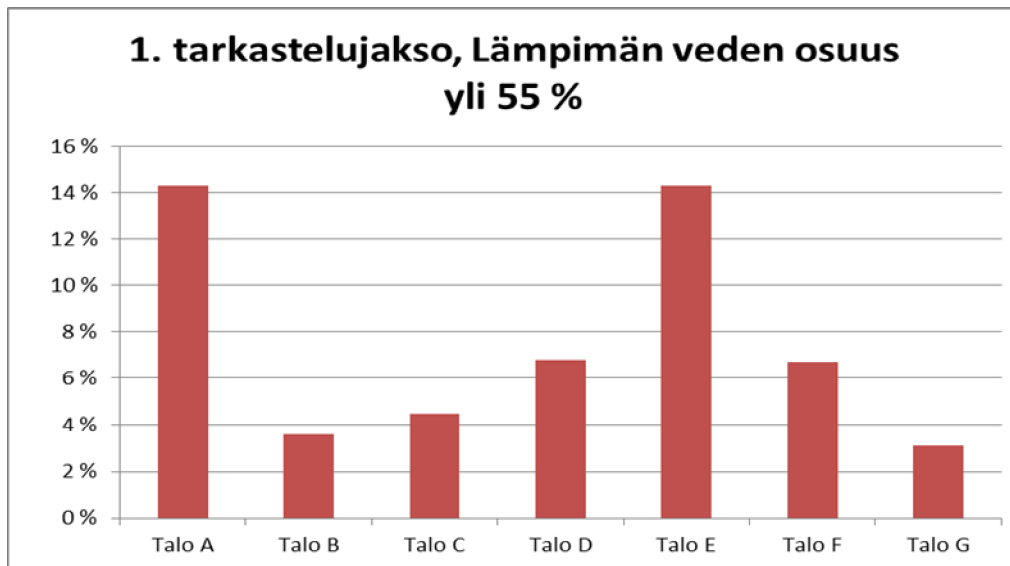
	KV=Kylmävesi [m ³]		LV=Lämminvesi [m ³]
Lukema juuri vaihtunut	06	Lukema juuri vaihtumassa	04 (05)
Lukemat juuri vaihtumassa	12 (13)	Lukema juuri vaihtunut	08
erotus (luetut lukemat)	12-06=06	erotus (luetut lukemat)	08-04=04
erotus (vaihtuva lukema)*	13-06=07	erotus (vaihtuva lukema)*	08-05=03
Jakauma, luetut lukemat	KV 60% ja LV 40%		
Jakauma, vaihtuvat lukemat	KV 70% ja LV 30%		
Sekä kylmän että lämpimän veden lukemissa on siis 10% virhe			
*Laskelmissa on virhemarginaalia, koska vaihtuva lukema on oletettu jo vaihtuneeksi.			
* Todellisuudessa luetun ja vaihtuvan lukeman erotus <1m ³			

KUVA 17. Prosentuaalisen lukemavirheen laskenta

Jatkotutkimuksen kohteiksi pääsivät huoneistot, joiden käyttöveden kokonaiskulutus oli lukemien välisellä aikajaksolla suurempi kuin 10 m³ ja lämpimän veden osuus oli yli 55 %. Kriteerit täyttäviä huoneistoja oli yhteensä 22, joka vastaa noin 4,8 % koko otoksesta. Ensimmäisen tarkastelun ajalta näiden huoneistojen lämpimän käyttöveden kulutuksien keskiarvoksi saatiin 61,5 %. Näistä huoneistoista tutkittiin yhden vuoden käyttöveden kulutukset, joiden mittausväli vaihteli 326:sta 386 päivään. Talo F:stä tutkittiin poikkeuksellisesti pidempi 698 päivän aikaväli, koska tällaiset lukemat oli saatavilla.

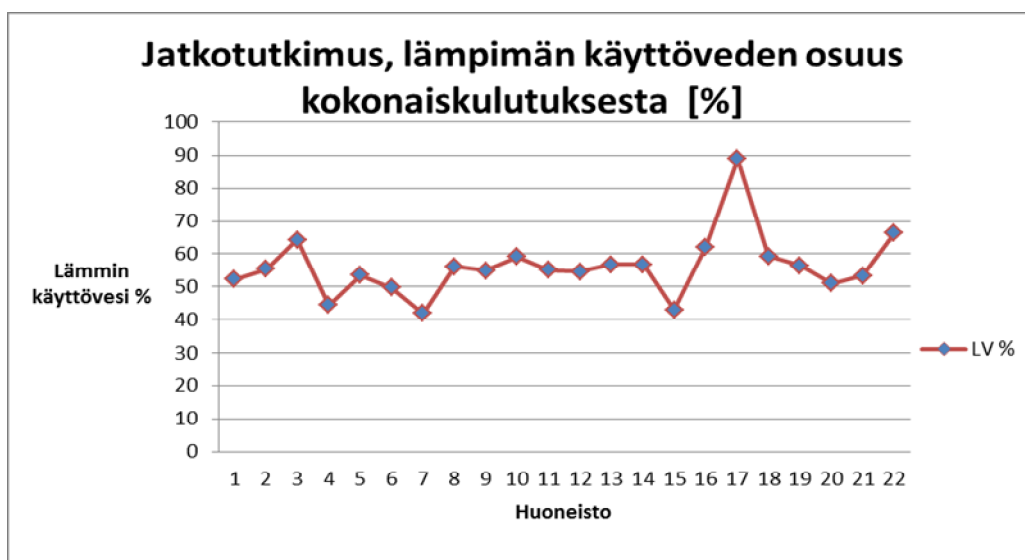
Kaikki 22 jatkotutkimuksen kohdetta olivat 1958–1970 välisenä aikana rakennettuja kiinteistöjä. 2010 rakennettujen talojen huoneistoja jatkotutkimuksessa ei ollut, koska korkein lämpimän käyttöveden kulutus oli vain 46,6 %.

Ensimmäisen tarkastelujakson yli 55 %:n lämpimän veden osuuden ylittävien huoneistojen määrää on havainnollisesti talokohtaisesti kuvassa 18.



KUVA 18. Huoneistojen määrä talokohtaisesti esitettynä

Kuvassa 19 on esitetty jatkotutkimuksen pidemmän aikavälin lukemia huoneistoikohtaisesti. Lämpimän käyttöveden kulutuksen keskiarvoksi saatiin 56,1 %. Vain joka toisessa huoneistossa nousi lämpimän käyttöveden kulutus yli 55 %:n. Pienin lämpimän käyttöveden kulutus, 41,8 %, mitattiin huoneistossa 7 ja korkein; 88,9 % huoneistossa 17.



KUVA 19. Jatkotutkimuksen kohteiden lämpimän käyttöveden kulutus

5.2 Talo A

Talo A on vuonna 1963 valmistunut kerrostalo, johon on tehty linjasaneeraus vuonna 2008. Tällöin vaihdettiin huoneistoihin myös huoneistokohtaiset vesimittarit. Talossa asuu arviolta 25 henkilöä. 14,3 %:ssa huoneistoista lämpimän käyttöveden kulutus ylitti 55 % osuuden ensimmäisen tarkastelujakson aikana.

5.3 Talo B

Talo B valmistui vuonna 1965, ja linjasaneeraus tähän kohteeseen toteutettiin vuonna 2009, jolloin asennettiin myös huoneistokohtaiset vesimittarit. Kohde on kerrostalo, jossa on arvioitu asuvan 35 henkilöä. 3,6 %:ssa huoneistoista lämpimän käyttöveden kulutus ylitti 55 % osuuden ensimmäisen tarkastelujakson aikana.

5.4 Talo C

Talo C valmistui vuonna 1958, ja linjasaneeraus tähän kohteeseen toteutettiin vuonna 2009, jolloin asennettiin myös huoneistokohtaiset vesimittarit. Kohde on kerrostalo, jossa on arvioitu asuvan 30 henkilöä. 4,5 %:ssa huoneistoista lämpimän käyttöveden kulutus ylitti 55 % osuuden ensimmäisen tarkastelujakson aikana.

5.5 Talo D

Talo D on vuonna 1970 valmistunut kerrostalo, johon toteutettiin linjasaneeraus vuonna 2005. Samalla asennettiin huoneistokohtaiset vesimittarit. Talossa on arvioitu asuvan 84 henkilöä. 6,8 %:ssa huoneistoista lämpimän käyttöveden kulutus ylitti 55 % osuuden ensimmäisen tarkastelujakson aikana.

5.6 Talo E

Talo E koostuu kahdesta rakennuksesta, joissa on arvioitu asuvan 33 henkilöä, ja se valmistui vuonna 1962. Linjasaneeraus tähän kerrostaloon tehtiin vuonna 2007, jolloin asennettiin uudet huoneistokohtaiset vesimittarit. 14,3 %:ssa huoneistoista lämpimän käyttöveden kulutus ylitti 55 % osuuden ensimmäisen tarkastelujakson aikana.

5.7 Talo F

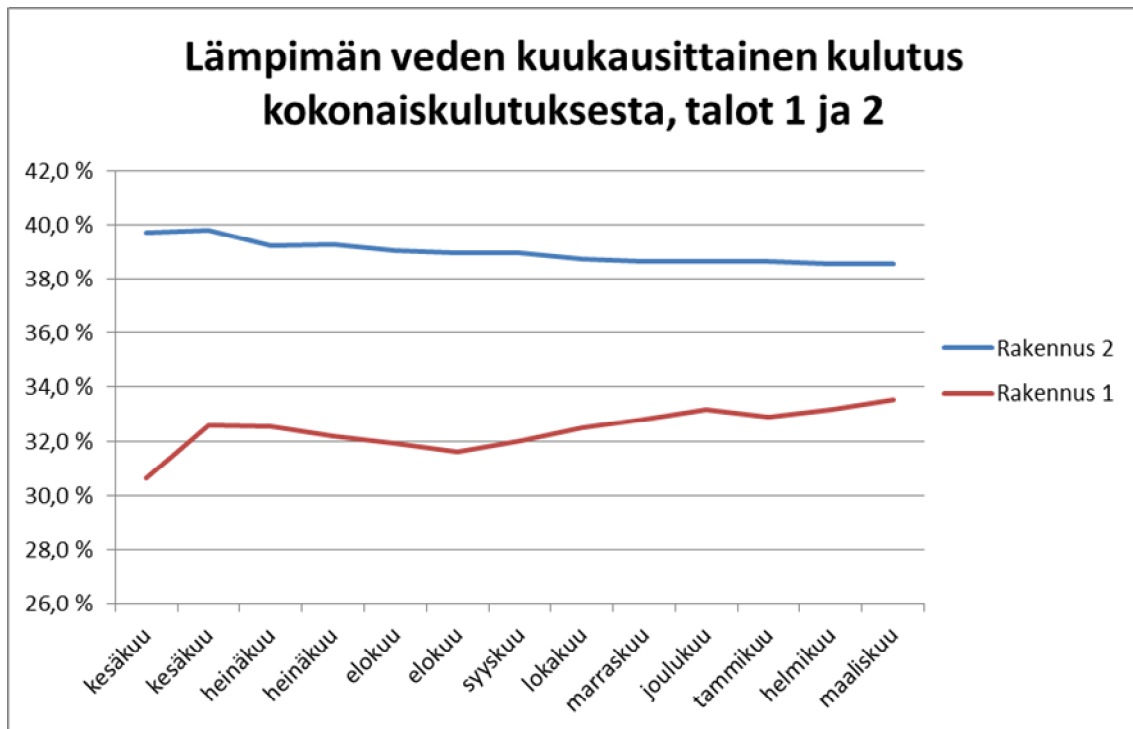
Talo F valmistui vuonna 1969. Kyseessä on kerrostalo, johon on asennettu huoneistokohtaiset vesimittarit vuonna 2010 tehdyn linjasaneerauksen yhteydessä. Talossa on arvioitu asuvan 178 henkilöä. 6,7 %:ssa huoneistoista lämpimän käyttöveden kulutus ylitti 55 % osuuden ensimmäisen tarkastelujakson aikana.

5.8 Talo G

Talo G on vuonna 1965 valmistunut kerrostalo, johon tehtiin linjasaneeraus vuonna 2009. Samaan aikaan asennettiin huoneistokohtaiset vesimittarit. 3,1 % huoneistoista ylitti jatkotutkimusta varten asetetut kriteerit.

5.9 Talo H

Talo H koostuu kahdesta rakennuksesta jotka valmistui vuonna 2010, jolloin asennettiin myös huoneistokohtaiset vesimittarit. Kuvalla 20 havainnollistetaan kuukausittain mitattuja huoneistojen lämpimän käyttöveden kulutuksen muutoksia. Näistä ei pystytty tekemään selkeitä johtopäätöksiä, koska kahden talon kulutukset olivat lähes toistensa vastakohtia. Talossa 1 lämpimän veden kulutus näyttää keskimäärin nousevan mentäessä kesäkuusta talven kuukausia kohden, kun talossa 2 lämpimän veden kulutus laskee talvea kohden mentäessä. Korkein lämpimän veden kulutus oli 46,6 %



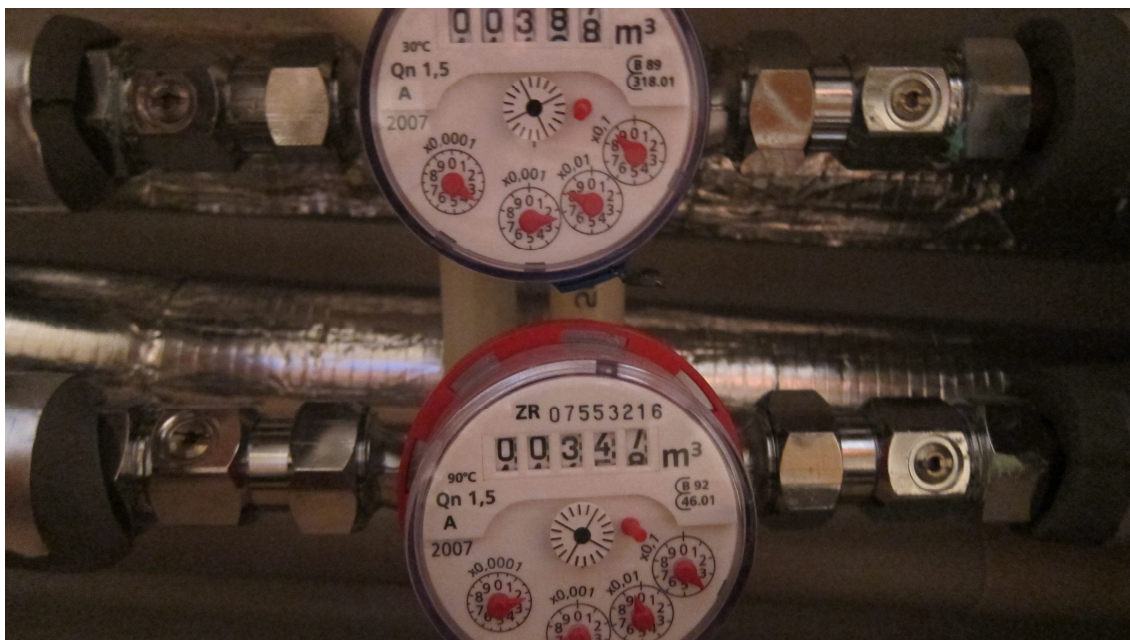
KUVA 20. Talon H rakennusten kuukausittaisia lämpimän veden kulutuksia

6 TULOKSET

Taloissa, joista oli vähintään kaksi huoneistoa jatkotutkimuksessa, käytiin paikan päällä tutustumassa ja tarkistamassa vesimittareiden asennustapa, valmistaja, malli sekä muita mahdollisia selittäviä tekijöitä. Tällaisia taloja oli A, D, E ja F. Vesimittarit oli asennettu porraskäytävään lukuun ottamatta taloa G, jossa vierailtiin huoneiston sisällä.

6.1 Talo A

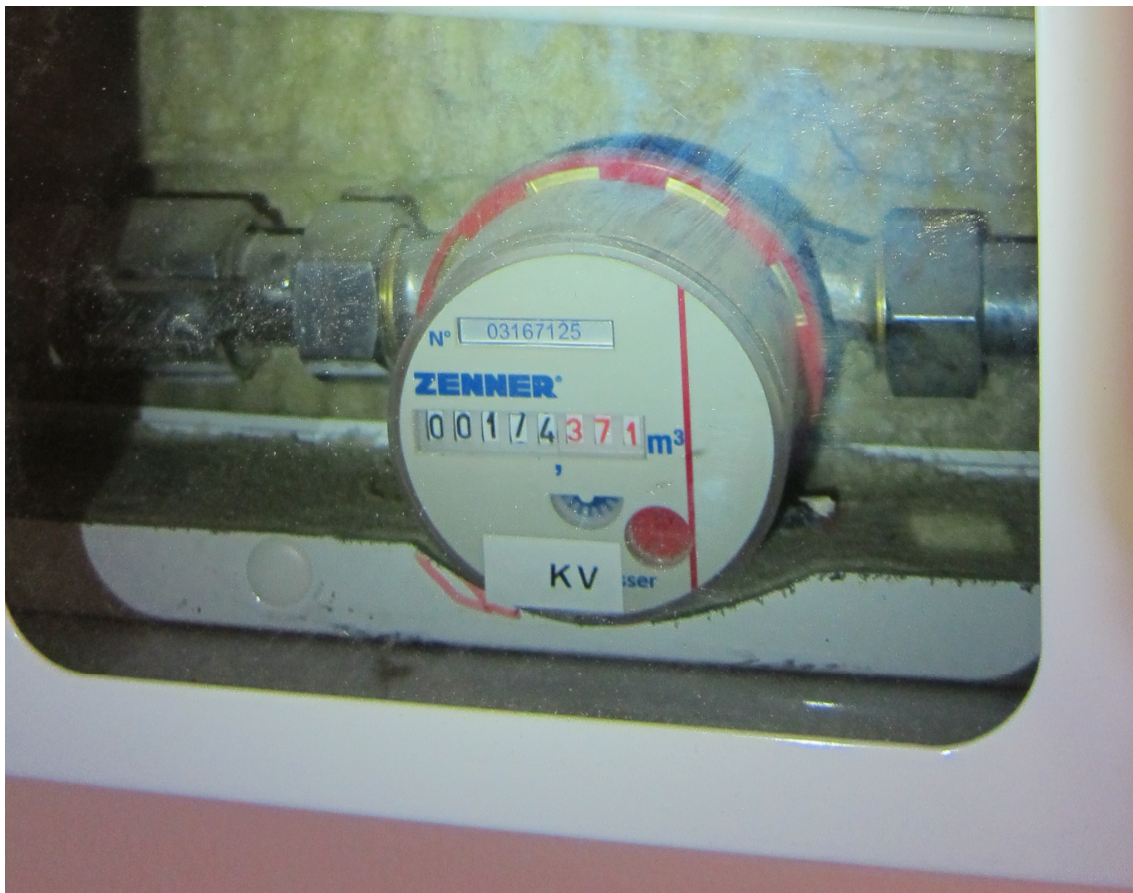
Kohteen huoneistojen ZR-merkkiset vesimittarit oli asennettu vaakaputkeen mittaritaulu alaspäin (kuva 21). Vaikka toisen huoneiston vesimittarin edessä ei ollut kuin 10 cm suoraa putkiosuutta, ei sillä näyttänyt tässä tapauksessa olevan vaikutusta kulutukseen. Käsien lämpötilaa tarkastellen voitiin tarkistaa, että vesimittarit oli asennettu oikeisiin putkiin. Viimeisimmän isännöitsijältä saadun kulutuslukeman ja kohteessa käynnin aikana nähdyn lukeman erotus vastasi pidemmän aikavälin kulutusta. Vesimittarit olivat viiden vuoden ikäisiä.



KUVA 21. ZR-merkkiset vesimittarit vaakaputkeen asennettuna

6.2 Talo D

Talon D kohteissa ZENNERin vesimittarit oli asennettu vaakaputkeen kyljelleen ja mittareiden kohdalle oli tehty läpiluettavat muoviset luukut (kuva 22). Vesimittareiden asennusta oikeisiin putkiin ei päässyt tarkistamaan. Viimeisimpiä kulutustietoja verrattiin käynnin lukemiin ja kulutus oli realistinen. Yhdessä huoneistossa kulutettiin vettä käynnin aikana ja lämmintä vettä kului silloinkin enemmän kuin kylmää. Tämä viittaa siihen, että kohteen asukkaiden käyttötottumukset ovat hieman keskiarvosta poikkeavat. Vesimittarit olivat kahdeksan vuoden ikäisiä.



KUVA 22. Läpiluettavat luukut helpottavat vesimittareiden lukua

6.3 Talo E

Tästä kohteesta tutkittiin kaksi huoneistoa, jotka olivat eri rakennuksissa. Vesimittarit olivat oman oven tai tarkastusluukun takana. Toisen rakennuksen vesimittarit oli asennettu pystyputkeen mittaritaulu alaspäin ja toiset vastaavasti vaakaputkeen. Kohteissa oli Saint-Gobain Pipe Systems Oy:n UNIMAG DN15 -vesimittarit, jotka valmistajan ohjeiden mukaan voidaan asentaa sekä pystyettä vaakaputkeen (kuva 23). Vesimittarit olivat kuuden vuoden ikäisiä. Vesimittaria ennen oli suoraa putkiosuutta, jolloin veden virtaus ehtii tasaantua riittävästi. Vain vesimittarin etupuolelle oli asennettu sulkuventtiili, mikä vaikeuttaa vaihtoa ja huoltoa. Toisen huoneiston lukematietoja verrattaessa huomattiin kylmän veden kulutuksen olleen kahden kuukauden aikana poikkeuksellisen suuri, 59 m^3 . Tässä tilanteessa voisi epäillä, että vesimittareita luettaessa oli tapahtunut virhe, koska vuoden aikavälin yhteiskulutukseen ei ollut kuin 37 m^3 .



KUVA 23. Pystyputkeen asennetut vesimittarit

Kun näitä rakennuksia vertailtiin keskenään, oli pystyputkeen asennettujen vesimittareiden lämpimän veden kulutus 44 % ja vaakaputkeen asennetuissa 37

%. Otos on kuitenkin huomattavan pieni, joten tarkempia tuloksia varten tulisi tehdä asiasta laajempi tutkimus.

6.4 Talo F

Talon F ZR-merkkiset vesimittarit oli asennettu vaakaputkeen mittaritaulu alapäin, ja vesimittarin huoltoa ajatellen oli molemmin puolin myös sulkuventtiilit, jotka olivat täysin auki eivätkä näin ollen vaikuta mittaustarkkuuteen. Vesimittarit olivat kolmen vuoden ikäisiä. Tarkastusluukusta näki lämpimän veden kiertojohtojen sijainnin, eikä sillä näihin kohteisiin ollut vaikutusta, koska toinen kiertojohto oli vain metrin kauempana toisen ollessa aivan vesimittarin vieressä. Kädellä testaten lämpimän veden mittari oli lämpimässä putkessa, joten asennukset olivat siltä osin kunnossa.

Toisen huoneiston kylmän veden mittari oli hieman vaikeasti luettavissa, eikä mittarista näkynyt kuin kuution kerrannaiset. Asiaa on havainnollistettu kuvassa 24. Kylmän veden mittarin lukema ei ollut muuttunut kuukauden aikana ollenkaan, kun vastaavassa ajassa lämpimän veden kulutus oli 3 m³. Kyseisen kylmän veden mittarin toiminta kannattaisi tarkistaa, sillä muuten kulutussuhde on todella poikkeava. Mittari on mahdollisesti jumiutunut. Huoneistoissa on pääsääntöisesti IDOn WC-istuimia ja muut kalusteet ovat Oraksen valmistamia. Isoimpien huoneistojen suihkut on varustettu termostaattihanoilla ja yksiöissä on voitu käyttää myös vipuhanoja.



KUVA 24. Kylmän vesimittarin luettavuudessa puutteita

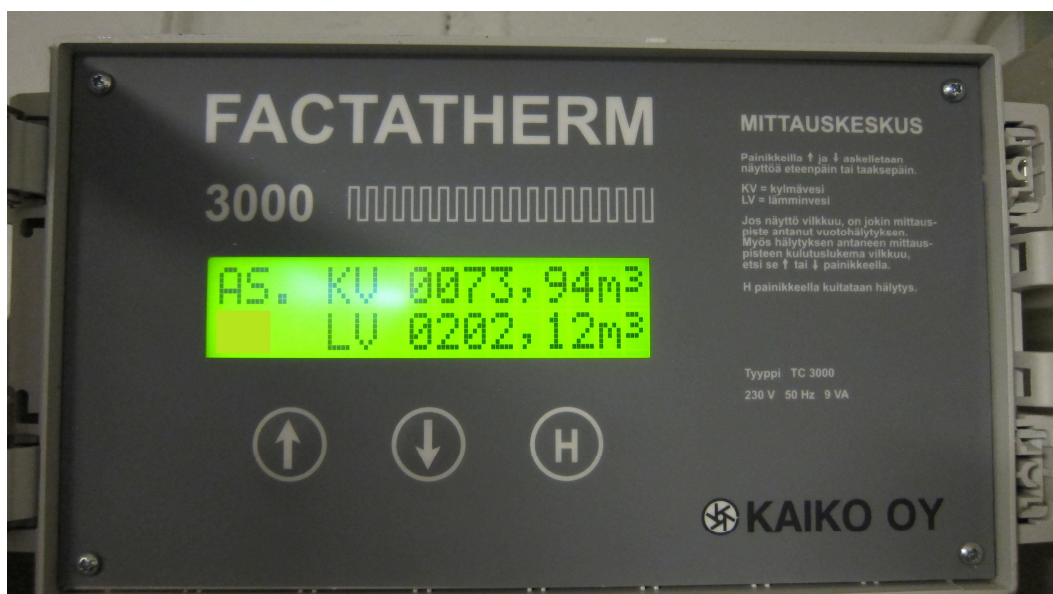
6.5 Talo G

Talossa G oli yksi huoneisto, jota haluttiin tutkia tarkemmin. Kohteen vesimittarit olivat neljä vuoden ikäisiä. Kaiko Oy:n Suve SVI impulssilla varustetut vesimittarit oli asennettu tarkastusluukun taakse kylpyhuoneen alaslaskettuun kattoon mittaritaulu alaspäin (kuva 25). Mittarin valmistajan asennusohje sallii kyseisen asennustavan. Huoneistossa oli Oras Nova -suihkukaluste ja muutkin kalusteet olivat Oraksen valmistamia. Vesimittarin molemmin puolin oli Securex-sulkuventtiilit, jotta vaihto olisi helpompaa. Mittareiden toimintaa testattiin laskeamalla hanasta lämmintä vettä samalla mittaria seuraten. Kädellä pystyi toteamaan lämpötilan perusteella vesimittareiden asennetun oikeisiin putkiin.



KUVA 25. Impulssilla varustettu vesimittari

Kylmän veden mittaritaulun ja etäluennan lukemat vastasivat toisiaan, mutta lämpimän veden lukemissa oli ristiriita. Etäluennan lukema oli noin 50-kertainen mittaritauluun verrattuna. Ongelma voi olla esimerkiksi kuvan 26 Factatherm 3000 -mittauskeskuksen ohjelmoinnissa tai pulssituksessa.



KUVA 26. Kaiko Oy:n Factatherm 3000 -mittauskeskus

6.6 Muita selittäviä tekijöitä

Työssä ei pystytty selvittämään kaikkia mahdollisia tekijöitä, jotka voisivat vaikuttaa lämpimän käyttöveden poikkeuksellisen korkeaan kulutukseen. Vaikutusta on kalusteen pitkällä odotusajalla, jonka usein aiheuttaa kaukana oleva lämpimän veden kiertojohto. Haitallisen ristivirtaus voidaan estää vesikalusteella. Jos kyseessä on esimerkiksi termostaattihana, joka on viallinen eikä kytkentäjohtoon ole laitettu yksisuuntaventtiilejä, on ristivirtaus mahdollista. Jos koko talossa lämpimän käyttöveden lämpötila on normaalia matalampi, on sillä varmasti vaikutusta, mutta tällöin vääristyvät koko talon kulutussuhteet. Myös astianpesukoneen liittäminen lämpimään käyttöveteen muuttaa kulutuksien suhdetta. Todennäköisimpänä vaihtoehtona ovat kuitenkin ihmisten kulutustottumukset, jossa suurin ero luultavasti tulee suihkussa kulutetusta ajasta ja käytetyn veden lämpötilasta. Tätä varten tulisi tehdä erillinen kyselytutkimus. Huoltoyhtiön työntekijöiden kanssa keskustellessa tuli esille, että joitakin vesimittareita oli täytynyt vaihtaa useita, koska ne olivat jumittuneet.

7 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää huoneistokohtaisen käyttöveden mittauksessa esiintyviä ongelmia. Isännöitsijöiltä saadut vedenkulutukset olivat paperisessa muodossa, joten ne täytyi syöttää työtä varten tehtyyn Excel-taulukkoon. Tässä vaiheessa on voinut syntyä näppäilyvirheitä, joiden takia mukaan on voinut tulla ylimääräisiä kohteita tai vastaavasti joitakin on voinut myös jäädä pois jatkotutkimuksesta. Virheen mahdollisuus kuitenkin pienenee työn loppua kohden, kun kohteita tarkasteltiin pidemmällä aikavälillä.

Tutkimuksen alussa mukana oli 456 huoneistoa. Näistä pidemmän aikavälin tarkasteluun otettiin kohteet, joissa kokonaiskulutus oli yli 10 m³ ja lämpimän käyttöveden kulutus nousi yli 55 %:n ensimmäisellä aikavälillä. Kriteerit täyttäviä huoneistoja löytyi 22, joka vastaa 4,8 % koko otoksesta. Näistä huoneistoista enää 11:ssä eli 2,4 %:ssa koko otoksesta ylittyi 55 %:n raja, kun tarkasteluajan kohta oli pidempi. Kyse on siis hyvin pienestä määrästä asuntoja, joissa lämpimän veden kulutukset olivat korkeita.

Työn ehdottomasti tärkein ja mielenkiintoisin osa oli kohteissa vierailu ja ongelmien etsiminen. Vesimittarin asennustavalla ei havaittu olevan vaikutusta lämpimän käyttöveden kulutukseen. Vesimittarien vaihdettavuudessa ja luettavuudessa oli puutteita sekä yhden huoneiston etäluennan ja vesimittarin lukeman välillä oli ristiriita. Käyntien perusteella ei löytynyt selkeitä selityksiä korkeille lämpimän veden kulutuksille. Muita mahdollisia tekijöitä tarkasteltiin kriittisesti ja niistä erityisesti kulutustottumuksia tulisi tarkastella laajemmin.

Jotta tutkimuksesta olisi saanut vielä kattavamman ja tarkemman, olisi kulutuslukemia voinut alusta alkaen tarkastella pidemmällä aikavälillä. Tämä olisi kuitenkin lisännyt kulutustietojen tutkimiseen kulunutta aikaa huomattavasti.

LÄHTEET

1. Mittauslaitedirektiivi (MID) 2004/22/EY. 2012. Tukes. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Mittauslaitteet/Muutokset-ja-kaytosta-poisto/Mittauslaitedirektiivi-MID/>. Hakupäivä 22.5.2013.
2. Single-jet dry dial meter for cold and warm water. Zenner. Saatu käyttöön Mikko Niskalalta vuonna 2013.
3. Haikonen Markku. 2013. RE: Vesimittareiden hintatietoja opinnäytetyötä varten. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Eetu Juntunen. 8.1.2014.
4. SFS-EN 14154-1 + A2. 2011. Water meters. Part 1: General requirements. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
5. SFS-EN 14154-2 + A2. 2011. Water meters. Part 2: Installation and conditions of use. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS
6. Tukes-ohje M8-2010. 2010. Tukes. Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/TukesohjeM8_10.pdf. Hakupäivä 25.9.2013.
7. Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismääräyskokoelma. Hakupäivä 24.5.2013.
8. D1 (2010). 2010. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet, muutos 2010. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/36380-D1_2010.pdf. Hakupäivä 8.1.2014.
9. D1 (2007). 2007. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. D1 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa:

- http://www.finlex.fi/data/normit/28208-D1_2007.pdf. Hakupäivä 20.12.2013.
10. 1599/2009. Asunto-osakeyhtiölaki. 2009. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20091599#Pid2177965>. Hakupäivä 8.1.2014.
11. Vedenkulutus. 2013. Motiva. Saatavissa: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/vedenkulutus. Hakupäivä 12.7.2013.
12. Huoneistokohtainen vedenmittaus kannattavin investointi. 2012. Vexve. Saatavissa: <http://www.vexve.com/fi/verto/tietoa-vedenkulutuksesta/energiansaasto/>. Hakupäivä 12.7.2013.
13. Vexve Verto asiakaspalvelu. 2013. VS: Vesimittareiden hintatietoja opinnäytetyötä varten. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Eetu Juntunen. 7.11.2013.
14. Ekologisten vesikalusteiden vaikutus veden ja energian kulutukseen. 2011. Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: <https://wwwp5.ymparisto.fi/hinku/Kohteet/Tiedot.aspx?Id=178>. Hakupäivä 14.11.2013.
15. Vedenmittausjärjestelmä. Asennus- ja käyttöohje. 2011. Vexve Oy. Saatavissa: http://vexve.studio.crasman.fi/file/dl/i/SxLk6g/UvDICrdzFfHER5-Gvltb1A/Asennus_ja_kayttoohje_14052012.pdf. Hakupäivä 8.1.2014.
16. Harju, Pentti. 2008. Vesi ja veden käyttö kiinteistöissä. Saatavissa: http://www.penantieto-opus.fi/files/vesi_ja_veden_kaytto_kiinteistoissa.pdf. Hakupäivä 12.7.2013.
17. B-METERS. 2013. Saatavissa: <http://www.koka.fi/WCM.shtml>. Hakupäivä 12.7.2013.

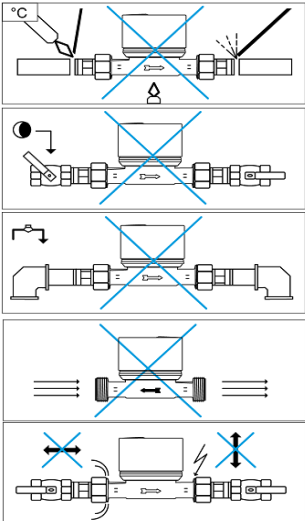
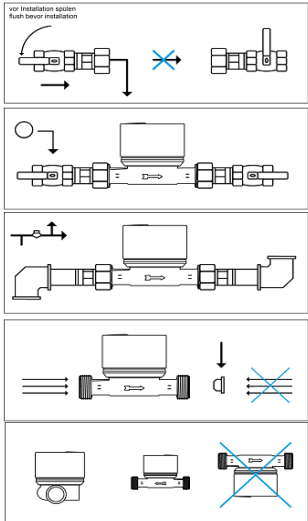
18. Suomen kunnallisteknillinen yhdistys. 1987. RVV - käsikirja - Rakennusten vesijohdot ja viemärit. Julkaisu N:o 7. Porvoo: Oy Uusimaa.
19. Toimintaperiaate. 2013. Kamstrup A/S. Saatavissa:
<http://www.multical21.fi/fi/veden-kulutusmittauksesta/toimintaperiaate.aspx>. Hakupäivä 12.7.2013.
20. Tosiasiat Edut Hyödyt MULTICAL 21. 2013. Kamstrup A/S. Saatavissa:
http://kamstrup.fi/media/23549/58112363_A1_FI.pdf. Hakupäivä: 3.1.2014.
21. Vesimittarin tila- ja asennusohje. 2013. Saatavissa:
<http://www.janakkala.fi/filebank/767-asennusohje.pdf>. Hakupäivä 23.12.2013.
22. Haikonen Markku. 2013. RE: Vesimittareiden hintatietoja opinnäytetyötä varten. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Eetu Juntunen. 7.11.2013.
23. Huoneistokohtaiset vesimittarit. 2010. Armatec. Saatavissa:
<http://www.armatec.com/upload/Bilder%20FI/2010-Vesimittarit-huoneistokohtaiset.pdf>. Hakupäivä 1.7.2013.
24. Impulssilaitteella varistetut vesimittarit ja näyttölaitteet. 2013. Ko-Ka Oy. Saatavissa: <http://www.koka.fi/Impulssimittarit.shtml>. Hakupäivä 8.1.2014.
25. Multical 21 Vesimittarit. 2013. Kamstrup A/S. Saatu käyttöön Sales Engineer Markku Haikoselta vuonna 2013.
26. Tarkkuusluokat. 2006. Saint-Gobain Pipe Systems Oy. Saatavissa:
<http://www.sgps.fi/sivu.asp?taso=3&id=69>. Hakupäivä 27.1.2014.

Technische Daten / Technical data

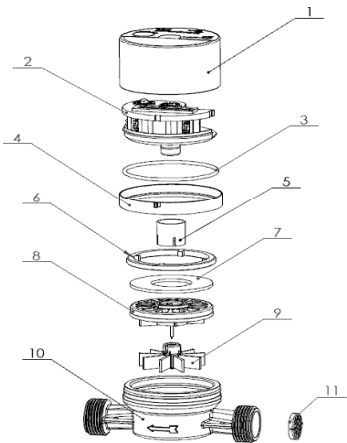
Einstrahl-Trockenläufer für Kalt- und Warmwasser / Single-jet dry dial meter for cold and warm water

Installation von Einstrahl-Wasserzählern

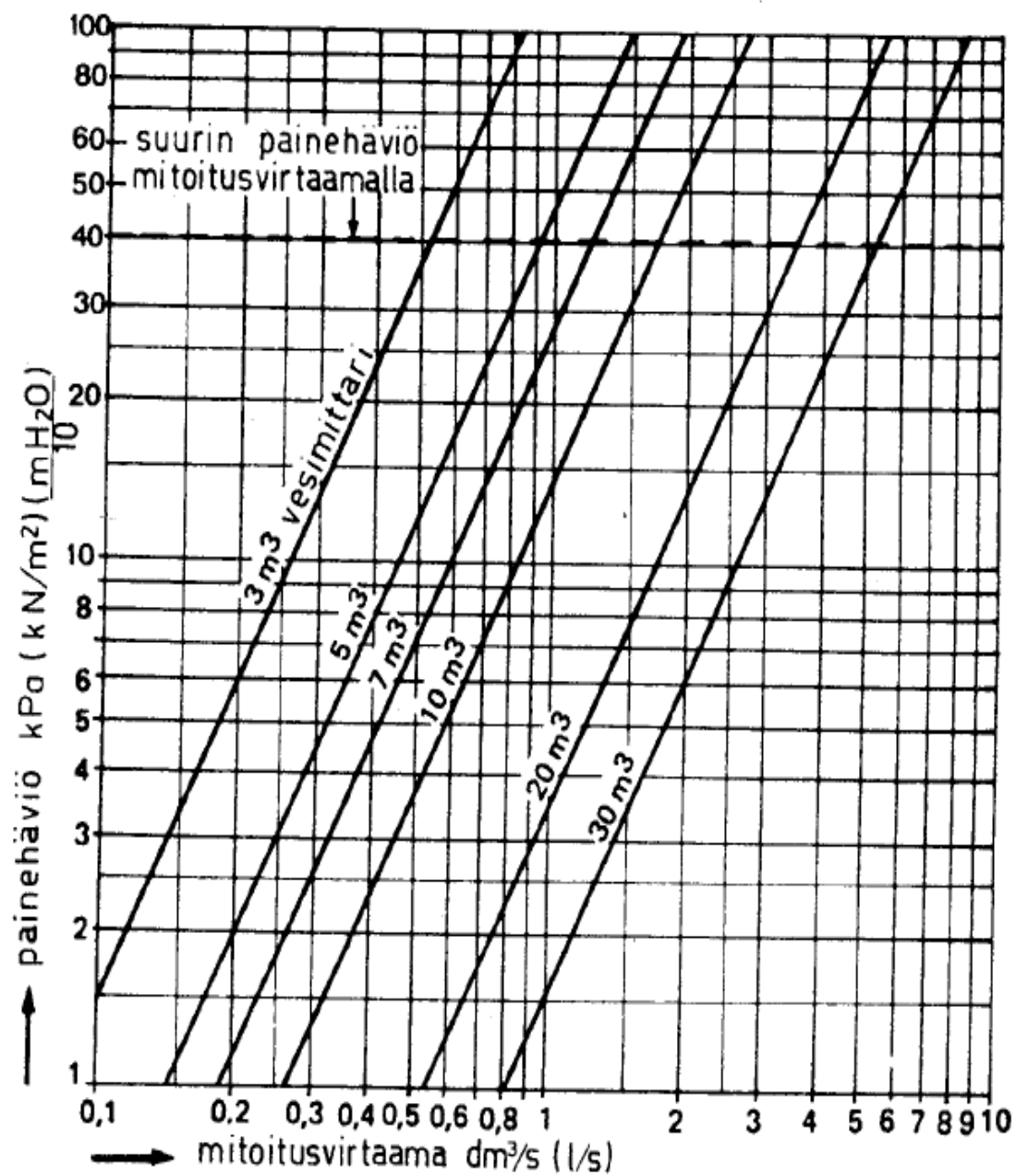
Installation of single-jet water meters, recommendation



ETK-N-MZ/ ETW-N-MZ Q3 1,6 – 2,5



- | | | |
|----|----------------|----------------------|
| 1 | Haube | hood |
| 2 | Zählwerk | counter |
| 3 | O - Ring | o-ring |
| 4 | Sicherungsring | safety - ring |
| 5 | Stahlring | antimagnetic - ring |
| 6 | Gewinding | threaded lock - ring |
| 7 | Stahlscheibe | washer |
| 8 | Druckplatte | pressure plate |
| 9 | Flügelrad | impeller |
| 10 | Gehäuse | body |
| 11 | Sieb | strainer |



Technische Daten / Technical data

Einstrahl-Trockenläufer für Kalt- und Warmwasser / Single-jet dry dial meter for cold and warm water

Nenndurchfluss Nominal flow	Q ₃	m ³ /h	1,6				2,5
Anschlussweite Nominal diameter	DN	mm	15	15	15	20	20
		Inch Zoll	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4
Überlastungsdurchfluss Maximum flow	Q ₄	m ³ /h	2				3,125
Minestdurchfluss Minimum flow	Q ₁	l/h	20				31
Messbereich horizontal /Measuring range horizontal*	Q ₃ /Q ₁	Ratio	R 80 H				R 80 H
Messbereich vertical/Measuring range vertical*	Q ₃ /Q ₁	Ratio	R 25 V				R 25 V
Anlauf Starting flow	l/h	l/h	12				22
Anzeigebereich Display range	min	l	0,05				
	max	m ³	99,999				
Maximale Temperatur Maximal temperature	-	°C	30/90				
Betriebsdruck Operating pressure	PN	bar	10				
Druckverlust Pressure loss		bar	1				
Impulswertigkeiten Puls-rate available		l/Imp.	10/100 L				
Höhe Height	H1	mm	74				74
Breite Width	B	mm	64				
Baulänge Overall length	L2 without connectors	mm	80	110	115	130	130
	L1 With connectors	mm	160	190	195	228	228
Gewicht Weight	-	kg	0,42	0,42	0,45	0,52	0,52

* Standardausführung R50H / R25V

* Standardversion R50H / R25V



LUOTETTAVAA TEKNIKKAA 60 VUODEN AJAN

VIRTAUSMITTAUS

HUONEISTOKOHTAINEN VESIMITTARI SVI IMPULSSILLA

- Tyypin hyväksytty
- Yksisuuhkuinen kuivalaskijalla varustettu siipipyörämittari impulssilla kylmälle- ja lämpimälle käyttövedelle
- Impulssisude 1P / 10 L
- Laskuri käännettävissä 360°
- 7-numeroinen rullalaskuri , 4 ensimmäistä numeroa kuutioille ja jälkeiset 3 numeroa litroille



TEKNISET TIEDOT

KAIKO-nro 200228-			-310400	-310600	-310800
LVI-koodi			442 2205	442 2210	442 2215
Tyyppi			SVI 1511	SVI 1513	SVI 2513
Nimellisvirtaama	Q_n	m^3/h	1,5	1,5	2,5
Nimelliskoko	DN	mm	15	15	20
Rakennepituus	L	mm	110	130	130
Luokka A asennus vaakaan ja pystyyn					
Minimi virtaama	Q_{min}	m^3/h	0,06	0,06	0,1
Rajavirtaama	Q_b	m^3/h	0,15	0,15	0,25
Maksimi jatkuva virtaus		m^3/h	1,5	1,5	2,5
Maksimi virtaus	Q_{max}	m^3/h	3	3	5
Virtaus 1 bar:n painehäviöllä			>3,08	>3,05	>5,01

Asennusasento : Vaaka-, pystyputkeen, kyljelleen ja mittaritaulu alaspäin

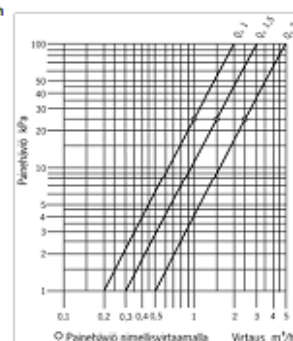
Tyypin hyväksyntä : EU

Metrologinen luokka: A - H / A - V

Rakennepaine: 1,6 MPa

Käyttölämpötila: 90 °C

Impulssilaitte: reed-rele 30 V (DC), 50 mA



• VEDENKÄSITTELY • ANNOTELUTEKNIikka • VIRTAUSMITTAUS • VÄLINEHUOLTO • MUUT VESITUOTTEET

KAIKO OY

Myynti: Henry Fordin katu 5 C • 00150 Helsinki • Vaihde: (09) 684 1010 • Faksi: (09) 6841 0120

Myynti-Pohjoinen: Amonkatu 1 • 96200 Rovaniemi • Puhelin: (016) 319 695 • Faksi: (016) 374 092

Sähköposti: kaiko@kaiko.fi • Internet: www.kaiko.fi

200-2

11/11